

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1940

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Mathilde MOTTEZ

Licenciée ès Sciences.

Ancienne Externe des Hôpitaux.

Née le 16 mai 1903, à Toulon (Var).

LA RADIOPHOTOGRAPHIE

Méthode de Radiographie indirecte
par photographie de l'écran fluorescent
SES PRINCIPALES APPLICATIONS

Travail du Service Central de Radiologie de l'Hôpital Cochin

Président : M. TROISIER, Professeur.

PARIS

AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR
93, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 93

1940

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1940

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Mathilde MOTTEZ

Licenciée ès Sciences.

Ancienne Externe des Hôpitaux.

Née le 16 mai 1903, à Toulon (Var).

LA RADIOPHOTOGRAPHIE

**Méthode de Radiographie indirecte
par photographie de l'écran fluorescent
SES PRINCIPALES APPLICATIONS**

Travail du Service Central de Radiologie de l'Hôpital Cochin

Président : M. TROISIER, Professeur.

PARIS

AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR

93, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 93

—
1940

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI.
Bactériologie	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale ..	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	PASTEUR-VALLERY-RADOI
Pathologie chirurgicale	MONDOR.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	AUBERTIN.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LEVY-VALENSI.
Pathologie expérimentale et comparée	Henri BENARD.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
	ABRAMI.
Clinique médicale	FIESSINGER.
	LOEPER.
	RATHERY.
Hygiène et clinique de la première enfance ..	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	LAIGNEL-LAVASTINE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux ...	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNéo.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
Clinique ophtalmologique	LENORMANT.
Clinique urologique	VELTER.
	CHEVASSU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	LEVY-SOLAL.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie ..	MOCOQUOT.
Clinique thérapeutique médicale	OMBRÉDANNE.
Clinique oto-rhino-laryngologique	HARVIER.
Clinique thérapeutique chirurgicale	LEMAITRE.
Clinique propédeutique	Pierre DUVAL.
Clinique de la Tuberculose	M. VILLARET.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte.	TROISIER.
Clinique de cardiologie	MATHIEU.
Clinique de neuro-chirurgie	LAUBRY.
Assistance médico-sociale	Clovis VINCENT.
	N...
	HAZARD.
	
Professeurs sans chaire	OLIVIER.
	SANNIÉ.
	VERNE.

II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.	MM.
AMELINE Pathologie chirurgicale.	CACHERA Pathologie médicale
BARIÉTY Pathologie médicale.	CORDIER Anatomie.
BERNARD (Etienne). Pathologie médicale.	COSTE Pathologie médicale.
BESANCON (Justin). Hydrologie.	COUVELAIRE (Roger). Urologie.
BONNET Bactériologie.	DELARUE Anatomie pathologique.
BOULANGER Chimie.	DELAY Pathologie médicale.
BOULIN Pathologie médicale.	DEGREZ (H.) Physique.
BROUET Pathologie médicale.	DESOLLIE Médecine légale.
BULLIARD Histologie.	DIGONNET Obstétrique.

II. — AGREGES EN EXERCICE (Suite).

MM.
DOGNON Physique.
FEVRE Pathologie chirurgicale.
FUNCK-BRENTANO. Pathologie chirurgi-
cale.
GALLIARD Parasitologie.
GARCIN Pathologie médicale.
M^{lle} GAUTHIER-VILLARS. Anatomie pa-
thologique.
GAYET Physiologie.
DE GENNES .. Pathologie médicale.
GIROUD Histologie.
HAGUENAU ... Pathologie médicale.
HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
JOANNON Hygiène.
LACOMME Obstétrique.
LANTUEJOL .. Obstétrique.
LAVIER Parasitologie.
LELONG Pathologie médicale.

MM.
LEMAIRE Pathologie expérimentale
LENÈGRE Pathologie médicale.
M^{lle} J. LÉVY .. Pharmacologie.
MARCHAL Pathologie médicale.
MÉNÉGAUX .. Pathologie chirurgicale.
MOLLARET ... Pathologie médicale.
MOUQUIN Pathologie médicale.
PATEL Pathologie chirurgicale.
PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgi-
cale.
RENARD Ophtalmologie.
RICHET Physiologie.
SÈNEQUE Pathologie chirurgicale.
SICARD Pathologie chirurgicale.
SOULIE Pathologie médicale.
SUREAU Obstétrique.
TURPIN Pathologie médicale.
WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE pour le service des examens

MM.
ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
BUSQUET Pharmacologie.
CHAILLEY-BERT. Physiologie.
GUÉNIOT Obstétrique.

MM.
HEITZ-BOYER . Pathologie chirurgicale.
LE LORIER .. Obstétrique.
NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
VAUDESCAL .. Obstétrique.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

MM.
ALAJOUANINE.
BRULÉ.
CATHALA.
CHABROL.
CHEVALLIER.
DONZELOT.
DUVOIR.
GASTINEL.
HUGUENIN.
LAROCHE (G.).
LIAN.
MOREAU.
PIÉDELIEVRE.
SÉZARY.

Clinique médicale.

MM.
BASSET.
BROcq.
CADENAT.
GATELLIER.
de GAUDART
d'ALLAINES.
LEVEUF.
MOULONGUET.
MOURE.
QUENU.

Clinique chirurgicale

MM.
ECALLE.
METZGER.
PORTES.
VIGNES.

Clinique obstétricale.

V. — CHARGES DE COURS

MM.
CHAILLEY-BERT, agrégé Education physique.
LEDoux-LEBARD Radiologie clinique.
RUPPE Stomatologie.
WEIL-HALLÉ Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans des dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

A LA MEMOIRE DE MES PARENTS

A LA MÉMOIRE DE MON ONCLE

LE DOCTEUR HENRY REYNES

Professeur de Pathologie chirurgicale
à la Faculté de Médecine de Marseille.
Chirurgien des Hôpitaux.

A MES FRÈRES ET SŒURS

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR TROISIER

Professeur de Clinique de la Tuberculose.

Médecin de l'Hôpital Laënnec.

Officier de la Légion d'Honneur.

*Qui a bien voulu me faire le grand
honneur d'accepter la présidence de cette
thèse.*

A MON MAÎTRE

MONSIEUR LE DOCTEUR GEORGES RONNEAUX

Radiologiste de l'Hôpital Cochin.

*Qui m'a suggéré le sujet de cette thèse
et m'a guidé au cours de mon travail.*

*Qu'il trouve ici toute ma reconnais-
sance pour son précieux enseignement.*

A MES MAÎTRES DES HÔPITAUX DE MARSEILLE

MONSIEUR LE PROFESSEUR OLMER

Professeur de Clinique Médicale.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ BOURDE

Dont j'ai eu l'honneur d'être l'externe. 1

A MES MAÎTRES DES HÔPITAUX DE PARIS (EXTERNAT)

MONSIEUR LE PROFESSEUR VELTER

Professeur de Clinique Ophtalmologique.

MONSIEUR LE DOCTEUR B. DESPLAS

Chirurgien de l'Hôpital de la Pitié.

Auquel je conserve une profonde reconnaissance et une vive admiration.

MONSIEUR LE PROFESSEUR OMBREDANNE

Professeur de Clinique Chirurgicale Infantile.

MONSIEUR LE PROFESSEUR LAIGNEL-LAVASTINE

Professeur de Clinique des Maladies Mentales et de l'Encéphale.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ SEZARY

Médecin de l'Hôpital Saint-Louis.

MONSIEUR LE DOCTEUR J. BELOT

Radiologiste de l'Hôpital Saint-Louis.

MONSIEUR LE DOCTEUR TIXIER

Médecin de l'Hôpital des Enfants-Malades.

MONSIEUR LE DOCTEUR RAVINA

Accoucheur de l'Hôpital Tenon.

MONSIEUR LE DOCTEUR G. RONNEAUX

Radiologiste de l'Hôpital Cochin.

MONSIEUR LE DOCTEUR R. BENARD

Médecin de l'Hôpital Laënnec.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ H. DESGREZ

Radiologiste des Hôpitaux.

AVANT-PROPOS

Dans ces dernières années, la Radiophotographie a été utilisée pratiquement dans quelques pays étrangers pour le dépistage systématique de la tuberculose pulmonaire.

En France, où elle n'a rencontré qu'un très petit nombre d'adeptes, le Docteur G. RONNEAUX a été l'un des premiers à en comprendre l'intérêt, tant économique que pratique. Il a réalisé dans son service de l'hôpital Cochin, une installation succincte, mais suffisante pour pratiquer couramment la radiophotographie. Avec ses élèves WATTEZ et DEGAND, il a étudié, depuis la fin de 1938, l'emploi de cette méthode, plus particulièrement en stratigraphie pulmonaire et en radiologie osseuse. Ses résultats ont fait l'objet de plusieurs publications en 1938 et 1939.

Ayant accompli notre dernière année d'externat dans le service du Dr RONNEAUX, nous avons eu la possibilité d'appliquer nous-même la radiophotographie et d'en comprendre toute la valeur de sélection économique. Les clichés que nous avons obtenus, nous ont donné des résultats satisfaisants. Ceux-ci permettent d'entrevoir l'avenir brillant qui attend la radiophotographie, plus particulièrement pour le dépistage systématique de la tuberculose pulmonaire.

graphie indirecte donné par certains auteurs à ce procédé.

Cette photographie de l'écran doit se faire dans des conditions spéciales. Disons d'abord qu'il ne s'agit pas de photographier l'écran fluorescent tel qu'il apparaît à un examen radioscopique ordinaire, c'est-à-dire illuminé par une intensité de 3 ou 4 milliam-pères : une telle image radioscopique a une luminosité tout à fait insuffisante pour pouvoir impressionner la plaque sensible même si l'on poussait le temps de pose à l'extrême, c'est-à-dire jusqu'au voile. L'écran n'est photogénique dans des conditions suffisantes que si nous faisons passer au moins 50 ou 60 milliam-pères. Il s'illumine alors d'une façon magnifique, et donne une image très fouillée et lumineuse, que l'objectif photographique enregistre fidèlement. Pour la radiophotographie, il faut donc employer les voltages et intensités de la radiographie rapide; seuls les temps de pose diffèrent : ils sont environ 4 ou 5 fois supérieurs; ce qui est, pour le poumon tout au moins, une raison de netteté un peu moins bonne des images.

Légèrement inférieure à la radiographie, la radiophotographie, grâce à la qualité de l'image fluoroscopique photographiée est forcément supérieure à la radioscopie. Bien entendu, il est indispensable d'employer un écran fluorescent de luminosité élevée.

Nous avons employé le mot de radiophotographie, alors que tous les auteurs étrangers désignent la méthode par « roentgenphotographie ». La science des

rayons X s'appelle en français Radiologie; or cette dénomination a l'air bien établie, malgré son imprécision, puisqu'elle désigne toute science étudiant un rayonnement, et les ondes hertziennes empruntent aussi le mot de Radio. On pourrait proposer l'expression « photographie fluoroscopique » ou radiographie indirecte; mais un seul terme est préférable; fluorographie désigne déjà une autre étude. Nous emploierons donc le mot radiophotographie qui n'est pas trop long et donne l'essentiel du procédé.

HISTORIQUE

L'idée de photographier les écrans radioscopiques remonte aux débuts de la radiologie; mais elle ne devait pas aboutir alors, pour plusieurs causes. Les expérimentateurs ne disposaient que d'ampoules de faible puissance, éclairant mal les écrans, d'écrans peu lumineux et surtout d'appareils photographiques et de films insuffisants.

Il semble que des recherches aient été faites à cette époque dans différents pays; elles ne furent pas effectuées sur des sujets vivants, mais sur des objets ou des organes de très petits animaux.

MAC KAY se plaçant au point de vue purement théorique, imagine un dispositif de photographie de l'écran en émettant l'espoir qu'on pourra l'utiliser pour l'étude des mouvements; mais il ne donne aucune réalisation pratique.

BLEYER, en Amérique, obtient un commencement de résultat par son dispositif, le photo-fluoroscope, qui réunit un appareil photographique ordinaire et un écran radioscopique spécial. Celui-ci « reçoit l'objet parfaitement net dans tous ses détails, pendant que l'appareil photographique est placé de manière à fournir l'image de l'objet visible sur l'écran ». Il indique comme avantage particulier, celui de pren-

dre la photographie en même temps que l'on examine l'image sur l'écran; mais il faut des temps de pose dépassant 2 minutes pour de petits objets. Néanmoins, BLEYER parvint, grâce à cette méthode, à déterminer la position d'une canule dans un larynx et d'une autre dans les bronches.

En même temps que lui, LÉVY de Berlin et MAC INTYRE font des expériences analogues. Ce dernier fait remarquer que nous ne possédons aucun moyen de dévier ou réfracter les rayons X, mais qu'il est intéressant de photographier sur l'écran l'ombre de l'objet projetée sur lui; il obtient une image de l'écran, mais aussi celle de la lentille et de sa monture en cuivre par arrivée directe des rayons X sur la plaque photographique :

Parmi les premiers qui se soient occupés, en France, de cette question, il faut citer Ch. PORCHER. Dans le compte rendu d'une séance à l'Académie des Sciences de 1897 où il avait présenté ses travaux sur la « photographie de l'image fluoroscopique » nous trouvons le passage suivant : « Pour obtenir une bonne image sur l'écran, il faut réduire au minimum la distance entre l'écran et l'ampoule, et par contre, augmenter le plus possible l'intensité de l'écran. L'intensité que l'on peut obtenir est encore extrêmement faible, et le temps de pose est très long. Dans l'expérience que je fis sous les yeux de l'Académie, dit-il, le temps d'exposition avait été de 25 minutes et l'image était extrêmement faible, bien que j'ai entre temps renforcé la plaque...

il est superflu d'ajouter que l'écran et l'ampoule doivent être dans une chambre noire... ».

Ces expériences découragèrent PORCHER; il ne croit pas qu'il y ait intérêt pratique à photographier les écrans « car on ne gagne ni temps ni netteté à employer ce procédé ».

Malgré ce qu'on peut considérer comme des échecs, au point de vue pratique, on voit poindre néanmoins l'idée de la radiocinématographie. Cette idée émise par MAC INTYRE fut reprise dans la suite et fit d'autant avancer le problème des images isolées, mais sans qu'il en résulte des possibilités pratiques.

GUILLEMINOT qui s'était occupé, vers 1896 de cette question, avait conclu que la radiophotographie était impossible avec les moyens dont on disposait alors.

Cependant, en 1909, BIESALSKI et KOHLER font à un congrès de Radiologie Allemand, un rapport sur leurs expériences. Ils employaient un dispositif comprenant un miroir concave, afin d'utiliser au maximum la faible lumière de l'écran. Un appareil muni d'un objectif d'intensité $F = 1/2,0$ et un écran fluorescent à un sel de calcium.

En 1910, LOMON et COMANDON font une série d'expériences de radiophotographie proprement dite.

A ce moment l'apparition des écrans renforçateurs passionnait les radiologistes; leur composition était, au début, tenue secrète par les constructeurs. LOMON et COMANDON eurent l'idée de prendre un cliché

photographique d'une radioscopie du squelette projetée sur un écran renforceur.

L'appareil était à 40 cm. de l'écran; pose de 5 sec.; dans le tube passait 5 milliampères. Ils étendent cette radiophotographie à l'étude cinématographique en expérimentant sur de petits animaux et des mains en mouvement, avec un appareil de cinéma Pathé. La fluorescence rémanente, qui se produit sur le tungstate de calcium, n'empêchait pas la succession d'images nettes; car cette lueur est perceptible à l'œil, mais pas assez intense pour impressionner le film. Ils obtiennent ainsi la radiophotographie d'un estomac de grenouille contenant du bismuth avec une pose de $1/10^{\text{e}}$ de sec.

Entre temps GAIFFE, constructeur d'appareils radiologiques fait connaître un procédé analogue en employant un écran renforceur spécial.

LOMON et COMANDON continuent leurs essais avec des appareils plus puissants et les exposent à la Sté française d'Electrothérapie l'année suivante. Ils utilisent alors un générateur à contacts tournants, un tube de Crookes dans lequel passaient 40 millis avec Et. Equival. = 21 cm. Un écran renforceur de composition non précisée, enfin un objectif d'ouverture beaucoup plus grande $F = 1/1,55$. Avec 20 à 30 millis, ils pouvaient obtenir 16 images par secondes de la grenouille et de la souris.

Ils prennent également des radiophotographies osseuses proprement dites chez l'homme : articula-

tions peu épaisses; le coude ($1/4$ de sec.), le genou ($1/2$ sec.).

Tous ces travaux ont surtout pour but des réalisations de radiocinématographie, sans qu'on ait la préoccupation véritable de la radiophotographie dont on n'envisage pas les utilisations ultérieures.

Après quelques années d'arrêt dû à la guerre de 1914, les expériences sur la radiophotographie reprennent. En 1921, RUSSEL REYNOLDS de Londres commença à s'occuper de la question. Il a, jusqu'à ce jour, continué avec succès à la faire avancer. En 1929, LUBOSHEZ a amélioré le côté optique; il utilise un objectif dont la luminosité est, d'après lui, de $F = 1/0,625$.

En 1935, DARIAUX et DJIAN décrivent une utilisation de la radiophotographie appliquée à la cinématographie. Ils utilisent et préconisent un objectif encore plus ouvert que le précédent $F = 1/0,53$ dont la construction est propre au Dr DJIAN, et qui lui permet de diminuer le temps de pose dans de très grandes proportions. Ils insistent sur la nécessité d'employer des écrans très lumineux et des films panchromatiques extra-rapides.

A côté d'eux, il faut citer les travaux sur la radiophotographie du Professeur JANKER, de Bonn-sur-Rhin. Depuis 1936, il étudie la question et en a donné une solution qui s'accorde parfaitement avec les travaux des auteurs d'autres nationalités. Au début, il employa un objectif de Zeiss de luminosité de $1/3,5$, avec un temps de pose de plusieurs secondes. Il em-

ploie ensuite un Zeiss-Biotar de 1/1,4 en format 9×12 . Finalement, il paraît se fixer au format $2,4 \times 2,4$, dimension des films de camera ordinaire. Le Prof. JANKER a trouvé de nombreux adeptes en Allemagne : Böhme, Keastle, Stumpf, Reiser, Dedicke, Schinzel. REISER avait eu l'idée d'augmenter la luminescence de l'écran en l'échauffant, sans obtenir de résultat intéressant; il emploie des émulsions spécialement préparées pour les spectres fluorescents et un dispositif de miroirs concaves augmentant la luminosité de l'image réelle. SCHINZEL, de Troppau, remarque, dans les systèmes optiques de grande ouverture, la déformation produite par la courbure du champ. Il propose un procédé « permettant de supprimer la courbure du champ et tous les défauts de reproduction résultant de l'emploi du système optique en employant un écran d'une courbure correspondant à celle du champ. Ce procédé théorique ne paraît pas avoir été appliqué.

Dans le domaine de la réalisation pratique obtenue ces dernières années, il faut citer avant tout MANOËL DE ABREU (de Rio de Janeiro), qui, depuis 1926, s'est occupé de perfectionner la radiophotographie et l'a rendue utilisable pour le dépistage systématique de la tuberculose. Dès 1936, il installe à Rio 2 services de radiophotographie dont il fait connaître les résultats au Congrès international de Radiologie de Chicago en 1937. Aussitôt en Allemagne la question reprend un nouvel essor et entre dans l'ère des réalisations. Le Dr HOLFELDER, à la suite d'un voyage en

Amérique du Sud, fait rapidement adopter la méthode par les services d'hygiène et de santé publique. De même, les Drs BRANSCHIED, d'Iéna, et BÔHME, de Rostock, présentent de nombreuses épreuves de photographies d'écrans.

En France, la méthode de DE ABREU est accueillie avec moins d'enthousiasme. G. RONNEAUX est le premier à en faire l'essai, dans son service de Radiologie de l'hôpital Cochin. Encouragé par les résultats obtenus en radiologie pulmonaire, il applique la méthode comme procédé de sélection à la stratigraphie pulmonaire avec la collaboration de MM. DEGAND et WATTEZ, et fait construire un dispositif permettant la prise de clichés couchés pour les explorations complètes du squelette.

En 1939, quelques médecins militaires, les Drs FOURNIÉ et FRÉZOULS, CODVELLE et JULIEN, essaient et préconisent la radiophotographie pulmonaire des jeunes recrues. Nous reviendrons plus loin sur ces réalisations, qui sont appelées, nous le croyons à un certain avenir tant dans les milieux civils que militaires.

Enfin il faut citer l'intéressant travail de MM. GILSON et LAMY qui ont recherché les meilleures conditions de la radiophotographie, par des mesures photométriques.

TECHNIQUE

La Radiophotographie nécessite un appareillage assez simple, se composant de 3 éléments :

- 1) Un tube générateur de Rayons X.
- 2) Un écran fluorescent sur lequel se projette l'ombre radioscopique.
- 3) Un appareil photographique remplissant certaines conditions.

Nous allons exposer les conditions théoriques et pratiques auxquelles doivent répondre ces dispositifs, et de quelle façon nous devons les utiliser pour avoir le meilleur rendement optique et la plus grande précision graphique. On peut dire que dans l'état actuel des choses, le problème de la radiophotographie est résolu. Il s'agit maintenant d'améliorer les images déjà suffisantes pour ce que nous leur demandons; mais elles pourront s'améliorer encore, c'est une question de mise au point de détail.

Les conditions les meilleures pour l'obtention de bonnes radiophotographies ont fait l'objet d'expériences rationnelles et scientifiques de MM. GILSON et LAMY. Ces auteurs ont étudié le noircissement du film sensible influencé par la fluorescence d'un écran radioscopique illuminé; mais sans interposition de sujet entre l'ampoule et l'écran. Ils ont effectué des me-

sures de densité photométrique avec le densitomètre de CAPSTAFF et PURDY, en faisant varier, toutes choses égales d'ailleurs :

— la tension du tube, — le temps de pose, le débit, — la distance de l'ampoule à l'écran, — la qualité de l'écran.

Mais ces conditions ne sont pas les seules pour avoir de bonnes images radiologiques. Dès qu'il y a interposition d'un sujet, d'autres questions entrent en ligne de compte. En effet, il s'agit d'images, c'est-à-dire de contrastes francs, de contours nets; la finesse et le détail d'une photographie ordinaire ne dépendent pas, on le sait, de l'intensité de lumière qui aura impressionné l'émulsion; des questions de diffusion interviennent pour modifier l'apparition des détails; en radiologie, ce sont les différences d'absorption et de rayonnement secondaire des substances opaques, qui influent sur les images fluoroscopiques, et à plus forte raison sur le film photographique.

Il sera donc utile de contrôler les données de la théorie par les expériences faites sur ce sujet. Les questions de voltage, de temps de pose, de distances des différents appareils seront autant de grandeurs à prévoir théoriquement, mais à vérifier par l'expérience, c'est-à-dire par l'examen des clichés photographiques et leurs qualités de finesse et de netteté.

C'est ce que nous avons fait et nous donnerons à la fin de ce chapitre les conditions pratiques dans lesquelles nous nous sommes placés pour obtenir des radiophotographies satisfaisantes.

I. — CONDITIONS ELECTRIQUES

L'appareil générateur de rayons X doit être suffisamment puissant. Comme nous l'avons déjà dit, ce n'est pas l'ombre obtenue sur l'écran dans un examen radioscopique, qui peut être photographié; elle est beaucoup trop faible et n'impressionnerait pas le film sensible. Il faut une pénétration et un débit de l'ordre de grandeur employé en radiographie classique. On voit alors l'écran s'illuminer brillamment et l'intensité de la fluorescence devient photogénique.

PUISSANCE.

Etant donné le rythme des prises de clichés en série, MANOEL DE ABREU emploie un tube à anticathode tournante et à refroidissement à eau. Il conseille même les tubes de puissance plus élevée : 20 kw. et même 40 kw. Pratiquement, il est possible de faire de la radiophotographie avec des installations beaucoup moins puissantes. G. RONNEAUX emploie depuis le début de ses recherches un tube Philips de 10 kw. alimenté par un générateur à contacts tournants de la C. G. R. avec lequel à l'hôpital Cochin nous avons pris toutes nos radiophotographies. On voit ainsi qu'il n'y a pas lieu d'imaginer des installations spécialement puissantes pour obtenir de bonnes radiophotographies. Nous remarquerons par la suite que les anodes rotatives permettront,

comme pour les radiographies ordinaires de réduire les temps de pose, grâce à leur grand débit; mais leur emploi n'a rien d'indispensable, étant donné que nos temps de pose n'atteignent pas des valeurs très élevées. Avec une ampoule de 10 kw. refroidie par convection d'air, on peut, de l'avis des constructeurs, faire 2 poses de 1 sec. par minute, rythme très suffisant pour le dépistage en série.

TENSION.

Il était intéressant de savoir à quelle tension optimale la photographie de l'écran donnait le meilleur noircissement. Les expériences photométriques de GILSON et LAMY montrent que c'est avec la tension la plus élevée possible. Ce résultat est assez logique puisqu'avec une tension élevée on obtient un faisceau plus pénétrant et plus riche en radiations de toutes longueurs d'onde; la fluorescence ainsi excitée est donc d'autant plus intense. La densité photométrique augmente avec la tension, mais beaucoup moins qu'elle; la courbe obtenue a la forme d'une parabole. Il n'y a donc pas intérêt, théoriquement, à trop élever la tension, car on gagne de moins en moins en intensité lumineuse.

Pratiquement, on n'a aucun intérêt à employer des voltages élevés car la question de contrastes intervient; aucun des expérimentateurs n'a utilisé de voltages supérieurs à 100 kv. DE ABREU, après avoir choisi 100kv., fait maintenant ses clichés avec 85 kv.

Les auteurs Allemands restent dans des tensions très moyennes : BRANSCHIED, 50 à 57 kv. pour le thorax; JANKER : 140 kv. (trop élevé).

La pénétration utilisée pour les radiographies ordinaires nous a paru convenir parfaitement à la radiographie : 77 kilovolts pour les clichés du squelette des membres; 90, pour le thorax et les pièces squelettiques épaisses. Puisqu'il s'agit d'obtenir des images, c'est-à-dire des contrastes et des contours précis, nous pouvons dire qu'il n'y a aucun intérêt à augmenter la pénétration outre mesure, au contraire.

TEMPS DE POSE, DÉBIT.

Toute autre est la question du milliampérage passant dans l'ampoule et du temps de pose réglée par celui-ci.

Pour GILSON et LAMY le noircissement du papier photographique n'augmente pratiquement plus au delà d'une certaine quantité de milliampères-secondes. Avec 92 kv. — 100 mA, ils obtiennent un maximum de noircissement avec 120 mA/sec. Ces chiffres se rapportent au film photographique employé : ils n'ont donc rien d'absolu. Par contre, étant donné un temps de pose déterminé en milli-amp.-sec., soit : 120 mA/sec., la densité photométrique est à peu près la même, quelle que soit l'intensité, la courbe monte très peu, entre 60 et 100 mA. L'intérêt qu'on aura à utiliser un grand débit résidera donc uniquement dans la possibilité de réduire les temps

de pose puisqu'ils sont plus longs qu'en radiographie ordinaire.

C'est ici que les techniques des différents auteurs varient : Etant données des distances anti-cathodes-sujet du même ordre, et que nous comparerons plus loin, DE ABREU emploie, pour un thorax, un temps de pose de $5/10^e$ de sec. avec 100 mA. BRANSCHKEID et les Allemands font passer 5 à 600 mA pendant 1 à $2/10^e$ de sec. dans un tube Pantix de Siemens de 40 kw. à anode tournante.

Nous avons fait tous nos clichés de thorax avec 60 milliampères et un temps de pose variant de $3/4$ à 1 sec. $1/2$.

Il est intéressant de constater que tous les auteurs arrivent à peu près au même chiffre de 60 à 70 milliampères-secondes.

Naturellement, il est important, pour la netteté de l'image, de réduire autant que possible la durée de pose, afin que la mobilité du sujet soit diminuée. Car s'il est relativement facile, d'obtenir pour une radiographie du poumon, une apnée de 1 sec., il y a une cinématique physiologique sur laquelle on n'a aucune prise, c'est le mouvement du cœur et des vaisseaux. Or, on sait que pour que les battements cardio-vasculaires n'influent pas sur la netteté d'une image, il faut en moyenne, une pose de $1/20^e$ de sec. Déjà difficile à obtenir en radiographie ordinaire, cela devient impossible en radiophotographie. Mais il est incontesteable qu'en raccourcissant le temps de pose on gagne en netteté.

Nous ne devons pas perdre de vue que la radiographie est avant tout un procédé économique. Or si l'on veut diminuer le temps de pose, il faut augmenter la puissance des ampoules, par conséquent leur prix. La question est de savoir si, avec des poses de 1 sec. environ et 60 mA, les images obtenues peuvent convenir. Nos résultats répondent par l'affirmative, d'ailleurs nous reviendrons sur la valeur diagnostique de la méthode.

FORME ET DIMENSIONS DU FOCUS.

On peut signaler 2 raisons principales du manque de netteté des images radiologiques en général :

1° Le flou physiologique dû au mouvement des organes : on le diminue par l'instantanéité de la pose.

2° Le flou géométrique dû à la surface du foyer d'émission : il faudrait un foyer ponctiforme.

La dimension de la surface d'émission des rayons de Röntgen a en effet une grande influence sur la définition et la richesse documentaire des radiographies.

On sait qu'une source ponctiforme donne d'un objet opaque, une ombre sans pénombre, contrairement à une surface émettrice de grandeur notable.

L'augmentation de puissance de l'ampoule nécessaire pour avoir l'instantanéité et la téléradiographie, aboutissent à des désintégrations d'énergie qui détérioreraient la surface d'émission si elle était poncti-

forme; donc une grande surface d'émission est nécessaire; or à grande surface d'émission correspond large pénombre; on resterait dans un cercle vicieux si les anodes rotatives ne donnaient la solution du problème en permettant un foyer fin : tout ceci pour la radiographie classique.

La question de la pénombre est aussi importante en radiophotographie; DE ABREU a considéré le problème géométriquement de la façon suivante : Les ampoules de 10 kw. ont un focus de 16 mm. 2 de surface, ce qui donne en télé une pénombre de 0,44 mm. et celles de 15 kw. une surface de 36 mm. 2 avec une pénombre de 0,6 mm. de large. La radiophotographie réduit la surface de l'écran 40.40 à celle du film 24.24; la réduction en diamètres est donc de 16 et la pénombre 0,4 est réduite 16 fois; il en conclut que, même à une distance focus-écran de 0 m. 60, elle est négligeable.

Mais ce raisonnement n'est pas inattaquable; car c'est la réduction des dimensions mêmes du cliché qui entraîne la réduction de la pénombre; et si l'on agrandit secondairement les clichés en les observant à la loupe ou en les projetant, on restitue du même coup le flou dû à la pénombre.

Au point de vue de la forme du focus, c'est le foyer linéaire que DE ABREU préconise. C'est ce qui a été employé par tous les praticiens de la radiophotographie.

Nous pouvons penser que nos images gagneront en netteté et en finesse avec un foyer fin et un tube

puissant qui réduira le temps de pose. Mais, pratiquement, une ampoule de 10 kw. à foyer linéaire donnant 60 mA nous ont permis d'obtenir des résultats très réguliers et satisfaisants.

II. — ECRAN FLUORESCENT.

Il est de circonstance de rappeler que la fluorescence a été le phénomène qui a permis la découverte des rayons X par Röntgen en transformant une radiation invisible en une autre visible.

On désigne par l'expression générale de fluorescence la propriété qu'ont certains corps frappés par une radiation électromagnétique, d'en émettre une autre, de longueur d'onde plus grande, et comprise dans le spectre visible. Par exemple une solution de sulfate de quinine frappée par un faisceau d'ultra-violets (non visibles) émet de la lumière violet clair. Les rayons X produisent des phénomènes analogues et encore plus généraux. Toute substance frappée par un faisceau X devient le siège d'émission secondaire. Pour certains corps, elle comporte non seulement un spectre X secondaire, non visible, caractéristique des atomes; mais encore une fluorescence visible caractéristique des molécules. Il convient donc de distinguer la fluorescence atomique, produisant une radiation secondaire non visible, due à la chute d'un électron d'une trajectoire à une autre, et la fluorescence visible, phénomène moléculaire, dû probable-

ment à une résonnance des électrons de liaison des molécules. Dans certains cas, il y a persistance du phénomène lumineux après extinction de la radiation excitante; on a alors de la luminescence ou rémanence.

Le platino-cyanure de baryum émet une lumière jaune verdâtre sous l'action des rayons X; le tungstate de calcium une lueur violacée, le sulfure de zinc et le sulfure de cadmium une lumière jaune vert.

Il est fort intéressant de connaître la composition du spectre lumineux de l'écran fluorescent ainsi que la courbe de l'énergie lumineuse pour les différentes longueurs d'onde de ce spectre. Cela nous permettra de choisir les émulsions photographiques sensibles à ces longueurs d'onde. Le Dr KUNIO KAWAÏSHI DE NOGOYA a étudié les spectres lumineux émis par les écrans radioscopiques actuellement employés ainsi que des écrans renforçateurs. Il a obtenu les résultats suivants :

Les écrans au sulfure de zinc et sulfure de cadmium donnent un spectre peu étendu, mais intense, de longueur d'onde comprise entre $5,1 \mu$ à $6,4 \mu$ environ et dont le maximum d'intensité lumineuse est situé de $5,3 \mu$ (vert) à $5,6 \mu$ (jaune vert). Le tungstate de cadmium donne un spectre assez étendu : $4,2$ à $6,6 \mu$, mais d'intensité irrégulière et faible. Le tungstate de calcium donne un spectre étendu et uniforme, mais d'intensité faible.

Pour conclure, ce sont le sulfure de zinc et le sulfure de cadmium qui, actuellement, donnent la plus

grande intensité lumineuse de fluorescence et, par conséquent, conviennent le mieux à la radiophotographie; les écrans blancs ont une fluorescence trop faible pour impressionner l'émulsion sensible.

D'ailleurs la fluorescence est un problème moins simple, au point de vue chimique. Pour avoir un produit qui donne une vive fluorescence, il s'agit d'abord d'obtenir les sulfures à un bon état de pureté; et ensuite de leur introduire une impureté avec laquelle il forme un composé plus fluorescent. C'est cette impureté, son dosage infime, que les constructeurs-chimistes ne dévoilent pas, comme au temps du début des écrans renforçateurs. Mais il est à souhaiter que les chimistes cherchent à améliorer encore l'intensité lumineuse de leurs écrans pour la radiophotographie; la radioscopie en profitera aussi.

DE ABREU emploie l'écran super-Astral de Siemens; l'écran au Néossal de HEYDEN donne également une lumière verte. G. RONNEAUX emploie le Super-Lumenix français, que nous avons nous-mêmes utilisé, c'est un écran à base de sulfures de zinc et de cadmium.

Les meilleurs écrans anglais sont aussi à base de ces sulfures.

Il ne faut pas oublier l'utilité de la vitre du plomb doublant l'écran, afin que le Rayonnement X n'influe pas directement le film photographique.

III. — APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE

Les appareils munis des meilleurs objectifs et demandant les films les moins onéreux, ont été, ces dernières années, les appareils dits « petits formats ». Leur valeur économique venait en partie du fait qu'ils utilisent les films de 35 mm. perforés, qui est le matériel sensible ordinaire du grand cinéma; l'emploi de ces films en photographie d'amateur a contribué dans une large mesure à la diffusion des appareils de petit format à cause de leur prix de revient insignifiant et leurs qualités de sensibilité et de finesse de grain. Les premiers radiologistes ayant fait de la radiophotographie ont utilisé les appareils de petit format pour les mêmes raisons.

Sur film de 35 mm. perforé, on peut obtenir des clichés de format 24-24 mm. ou 36-24 mm. Les autres appareils de petit format ont été peu employés en radiophotographie, leurs objectifs n'étant pas aussi lumineux, mais aussi le petit format étant une des principales conditions d'économie de la méthode.

Presque tous les réalisateurs de radiophotographie ont employé des objectifs Zeiss ou Leitz, montés sur des Contax ou des Léica. Il en existe pourtant en France d'excellents et qui n'ont que le défaut d'être moins connus. Citons les objectifs Boyer portant les noms de fabrique de Saphir, et autres pierres précieuses. Ces objectifs très lumineux, sont composés d'un ensemble de 6 lentilles d'indice de réfraction

différents et disposés en 4 groupes séparés par des ménisques ou lentilles d'air. La luminosité est établie par des calculs très longs et compliqués, déterminant la marche et les différentes réfractions des rayons lumineux à travers les lentilles.

Dans les résultats de leurs expériences de radiophotographie, les auteurs indiquent la « luminosité » de leur appareil; que signifie cette expression et quelles caractéristiques optiques désigne-t-elle ?

Tout d'abord on sait qu'en optique élémentaire, on appelle ouverture d'une lentille le quotient de son

diamètre par sa distance focale; $\text{tg } \alpha = \frac{D}{f}$. Pour un

groupe de lentilles, l'ouverture relative plus couramment appelée luminosité d'un objectif est un quotient ayant encore au dénominateur la longueur focale, et au numérateur le diamètre d'ouverture relative, c'est-à-dire le diamètre du cylindre lumineux qui, après les différentes réfractions converge dans

le plan focal : luminosité $F = \frac{\text{diamètre cylindre}}{\text{distance focale}}$.

Remarquons que cette luminosité est calculée pour le cylindre de rayons parallèles à l'axe principal; pour les rayons obliques elle devient plus faible. En effet ces rayons, par le fait de leur angle d'incidence important peuvent subir des réflexions totales à leurs passages d'un milieu dans un autre et les faisceaux subir des pertes qui peuvent aller jusqu'à 50 %. Pour être acceptés par l'armée, les faisceaux marginaux

obliques ne doivent pas présenter des pertes supérieures à 45 %, dans les objectifs utilisés par l'aviation. C'est donc ce quotient qu'on appelle commercialement luminosité et qui est désignée par le symbole F , un peu à tort puisque la focale est en dénominateur. Les photographes vont même jusqu'à écrire

$$F/1,5, \text{ ce qui signifie : Luminosité} = \frac{D}{F} = \frac{1}{1,5}.$$

Personnellement nous avons employé un Leica-Zeiss de luminosité $F=1/1,5$. Nous savons que la maison française Boyer construit des objectifs de $1/1,4$ avec une longueur focale de 50 mm. couvrant un format de 24-24 mm. et un autre de focale de 100 mm. couvrant un 6-6 cm. Cette maison réalise également des objectifs de $1/1,4$ et en ont à l'étude de luminosité $=1/0,85$.

Le nombre de lentilles nécessaires à la construction de ces objectifs très lumineux va jusqu'à 7 (Zeiss) afin d'éliminer les aberrations optiques des rayons périphériques que l'on a dans une lentille unique, tout en conservant un diamètre d'ouverture le plus grand possible. D'autre part il faut que la focale normale d'un objectif soit égale ou légèrement supérieure à la diagonale du cliché. Par exemple pour le format 24-36 la diagonale mesure 43 mm.; on a une focale de 50. Un tel objectif donne une image dont le champ est de 45°.

Les différents auteurs de radiophotographie ont employé des luminosités dans les environs de $1/1,5$ à $1/2$.

DE ABREU utilise des Leitz ou des Zeiss de 1/1,5.

JANKER a essayé successivement à mesure de leur apparition des Zeiss de 1/3, 1/2, 1/1,5, enfin 1/1,4.

G. RONNEAUX après avoir utilisé un Contax d'objectif 1/2 emploie maintenant un Leica à objectif de 1/1,5, ce qui nous a permis de diminuer les temps de pose. FOURNIÉ et FRÉZOULS ont utilisé d'abord un Summar de 1/2, ensuite un Leica de 1/1,5 qui leur ont donné de meilleurs résultats.

La luminosité des objectifs fera sans doute encore des progrès, cependant il est maintenant prouvé par l'expérience que la luminosité de 1/1,5, environ convient déjà parfaitement pour obtenir de bonnes radiophotographies. D'autres perfectionnements de mise au point et de technique paraissent plus utiles à rechercher. Il semble en effet que la qualité du matériel sensible et l'intensité de fluorescence soient des éléments plus facilement perceptibles que la luminosité de l'objectif, étant donné ce qu'on possède déjà en cette matière.

IV. — MATERIEL SENSIBLE, FILMS, DEVELOPPEMENT

FILMS.

Nous donnerons ici quelques indications intéressant surtout les films rapides. On sait qu'un film est composé d'un support en nitrate ou acétate de cellulose, recouvert d'une émulsion de gélatine, de sels

d'argent, et de divers colorants, sensibilisateurs chromatiques.

La couche sensible est caractérisée par 4 éléments :

- sensibilité générale,
- sensibilité chromatique,
- finesse de grains,
- latitude de pose.

On appelle sensibilité le rapport entre la quantité de lumière reçue et la quantité de sels d'argent réduite. Avec une source d'intensité constante, la quantité de lumière est proportionnelle au temps, la sensibilité est donc synonyme de rapidité.

Sensibilité générale.

Les premiers auteurs ayant étudié d'une façon mathématique les lois d'éclairement et de noircissement des émulsions, HURTER et DRIFFIELD, ont établi le premier degré de sensibilité : degré H. et D.

En quelques mots, donnons la définition du degré H. et D.

Leur méthode de sensitométrie découle de l'étude de la courbe caractéristique d'une émulsion, c'est-à-dire la courbe des densités optiques en fonction du logarithme des éclaircissements. Or la densité optique est une grandeur qui dépend de l'opacité, cette dernière étant le rapport entre la lumière arrêtée par le film dont on étudie le noircissement et la lumière totale qu'il reçoit (c'est l'inverse de la transparence). La densité optique se mesure à l'aide du coin de Goldberg, prisme de gélatine grise à angle très aigu et

constituant ainsi, par transparence, une échelle-étalon d'opacité, grâce à son épaisseur croissante et graduée.

La courbe caractéristique d'une émulsion présente une partie rectiligne dont la pente donne le coefficient de contraste noté γ . Ce coefficient est plus petit, égal, ou plus grand que l'unité, suivant que le cliché

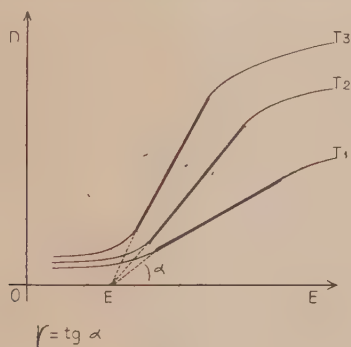


FIG. 1.

est plus ou moins contrasté que le sujet. Avec des durées de développement différentes, on aura des γ différents, c'est-à-dire une famille de courbes dont les parties rectilignes ont des pentes différentes. Ces droites se coupent en un point E , et HURTER et DRIFFIELD ont appelé coefficient d'inertie la distance OE qui est indépendante de la durée de développement, et ont posé arbitrairement :

$$\text{Sensibilité} = \frac{34}{OE} \quad OE \text{ étant mesuré non pas en logarithmes, mais en valeur absolue : bougies/mètres/secondes.}$$

Notons d'un point de vue pratique qu'une émulsion

de degré H et D double d'une autre demande un temps de pose moitié moindre, ce qui n'est pas réalisé pour les autres unités. Ainsi $\frac{21}{10}$ DIN représente une sensibilité double de $\frac{18}{10}$ DIN.

Le degré Scheiner a été établi en considérant comme unité de sensibilité le seuil de sensibilité de l'émulsion et en le mesurant avec un coin spécial : le coin de Eder-Hecht.

Nous donnons ci-dessous les correspondances approximatives entre les différents degrés pour les sensibilités utilisées en radiophotographie :

Scheiner	H. et D.	D. I. N.
28°	4.400	18/10
30°	7.200	20/10
31°	9.100	21/10

Nous avons employé des Gevaert panchromosa de 28° Sch. et des Kodak Super XX de $\frac{22}{10}$ DIN qui nous ont donné tous deux de bons résultats.

La sensibilité d'une émulsion dépend, en grande partie de la dimension et de la répartition des grains de bromure d'argent desséchés au sein de la gélatine. En principe une émulsion à gros grains est rapide et une émulsion lente est à grains fins. Mais l'industrie du cinéma a obligé les techniciens de la photographie à réaliser des émulsions rapides et à grains

assez fins; le problème consiste alors à obtenir par le développement, des grains d'argent réduit les plus fins possible...

Sensibilité chromatique.

Les degrés de sensibilité générale donnés ci-dessus ne tiennent pas compte de la composition spectrale de la lumière employée. HURTER et DRIFFIELD avaient utilisé la bougie décimale comme étalon, sans préciser sa composition; on a employé par la suite des lumières électriques de composition spectrales très différentes. Il y a donc lieu de connaître la sensibilité d'une émulsion aux différentes couleurs et d'en établir la courbe en fonction des longueurs d'onde. Une émulsion ordinaire a son maximum de sensibilité au début du spectre, dans le bleu-violet. La courbe décroît ensuite irrégulièrement pour arriver à zéro dans le jaune. Les émulsions orthochromatiques gagnent un peu de sensibilité dans le jaune-vert et en perdent dans le bleu; ce qui égalise les sensibilités; mais elles sont encore aveugles au rouge. Les panchromatiques sont sensibles jusqu'au rouge. En résumé les émulsions orthochromatiques ont une sensibilité à peu près égale pour les couleurs qu'elle enregistre, mais elle ne les enregistre pas toutes; les panchromatiques sont sensibles à toutes les radiations du spectre.

En se plaçant au point de vue de la radiophotographie, il semble que les émulsions ortho conviennent le mieux, puisque l'écran fluorescent a son

maximum d'énergie lumineuse dans le vert jaune. Tous les auteurs ont cependant employé les panchro à cause de leur plus grande rapidité générale.

DÉVELOPPEMENT.

Donnons maintenant quelques indications sur le mécanisme des révélateurs à grains fins. Chacun sait que la lumière, agissant sur le bromure d'argent, en réduit une très faible quantité, produisant ainsi l'image latente. Le révélateur continuera la réduction sur les grains amorcés, les autres ne seront pas touchés. La plus ou moins grande épaisseur de grains réduits dans la profondeur de la couche sensible, réalisera les noirs et les gris; mais la grosseur des grains d'argent interviendra aussi dans le degré de noircissement; c'est alors que l'action du révélateur va jouer pour donner des grains définitifs plus ou moins fins. L'action des révélateurs ordinaires est purement chimique : c'est la réduction du bromure avec dépôt d'argent métallique en amas. Mais les révélateurs dits « à grains fins » agissent successivement d'une façon chimique et physique. Au début il se produit l'amorce de réduction ordinaire; ensuite la réaction se poursuit par un phénomène physique : la présence de sulfite de soude à 10 % qui est un solvant du bromure d'argent, permet la réduction de l'argent sous forme colloïdale et c'est sous cette forme qu'il sera adsorbé par les grains d'argent réduit au début, formant en définitive des grains opaques d'une très grande finesse.

En conclusion, disons que, pour la radiophotographie, on a intérêt à utiliser des films très sensibles et à obtenir des dimensions de grains opaques très minimes par l'emploi des développeurs à grains fins.

Nous donnons ci-dessous la formule Capstaff 1927 qui a servi de base comme révélateur à faible granulations pour le cinéma et les images de petites dimensions :

Eau	1.000 cc.
Génol	2 gr.
Sulfite de soude anhydre	100 gr.
Hydroquinone	5 gr.
Borax	2 gr.

Dans les révélateurs ordinaires, le sulfite n'est qu'à 25 ou 30 p. 1000. Naturellement, il y a intérêt à employer la formule de développeur donnée par le fabricant de film : les proportions sont les mieux adaptées à la composition chimique de l'émulsion ; elles diffèrent peu d'ailleurs de la formule Capstaff : telle la formule Kodak D-76 que nous employons pour nos films Super-XX. Citons la formule Capstaff-Abram, dans laquelle entre de l'acide borique.

Dans la réaction le Génol (ou Elon, ou Métol) est spécialement réducteur ainsi que l'hydroquinone ; le sulfite de soude agit à la fois comme préservateur d'oxydation et solvant du bromure d'argent, le borax est un accélérateur, par neutralisation de l'acide bromhydrique libéré de façon à conserver l'alcalinité du milieu, condition indispensable de la réaction.

DE ABREU développe ses films avec le révélateur suivant :

Eau	1.000 cc.	
Métol	4 gr	
Hydroquinone	6 gr.	1 partie pour 3 parties d'eau.
Sulfite de soude ..	45 gr.	
Bicarbonate de soude	45 gr.	A 18° pendant 5 minutes.

Il ajoute à l'hyposulfite de l'alun de potasse et de l'acide acétique.

La question de durée de développement à grains fins est très intéressante à discuter, dans son influence sur le contraste et la finesse de l'image obtenue. Il est évident que la prolongation du développement augmente le contraste (cette notion se retrouve théoriquement sur les courbes caractéristiques dont la pente augmente avec la durée de développement). Cela est du à l'épaississement des grains d'argent réduit. Mais alors on perdra en finesse ce qu'on aura gagné en contraste, et l'avantage du révélateur « à grains fins » sera perdu. La finesse et le contraste sont donc 2 qualités qui s'opposent entre lesquelles il faut savoir faire le meilleur équilibre, pour réaliser les images qui conviennent le mieux au diagnostic. Et c'est ici que les opinions des médecins et des techniciens de la photographie s'opposent. Naturellement, une image bien contrastée paraît plus lisible au 1^{er} abord, et les médecins pensent y trouver des meilleurs renseignements. Mais une image plus

fine et plus douce en donnera certainement davantage pour un œil exercé.

On voit ainsi que le temps du développement et la température à laquelle il est fait ont une grande importance sur la lisibilité et la définition de l'image. Cette question ne complique pas la technique de la radiophotographie car on l'établit une fois pour toutes, mais il faut par la suite s'y tenir avec soin et précision pour obtenir avec régularité des images de netteté satisfaisante.

Il est certain qu'en radiophotographie on est toujours à la limite de la sous-exposition, la lumière de fluorescence étant faible par rapport aux intensités lumineuses habituelles. Il en résulte, pour compenser, une tendance à augmenter la durée du développement; mais comme nous l'avons fait remarquer, on perd en finesse ce qu'on gagne en contraste; on n'a aucun avantage à atteindre le coefficient de contraste appelé γ infini, c'est-à-dire celui au-delà duquel on obtient un voile chimique. Le développement des films Super-XX avec le révélateur D-76 se fait théoriquement, à 18° pendant 18 à 20 minutes. Remarquons que DE ABREU ne développe que pendant 5 minutes. RONNEAUX développe jusqu'à 27 min. et c'est dans ces conditions que nous avons eu les meilleurs clichés.

V. — DISTANCES RELATIVES DES APPAREILS ET REALISATIONS PRATIQUES

Examinons maintenant à quelle distance optimale on doit placer l'écran, l'ampoule et l'appareil photographique pour avoir les images les meilleures et surtout les plus instructives sur les opacités du thorax considéré.

La distance ampoule-écran qui donne le plus d'intensité lumineuse est évidemment la plus petite possible, puisque l'intensité d'énergie rayonnante en un point est proportionnelle au carré de sa distance à la source. Mais on sait quels avantages ont inspiré la pratique de la téléradiographie : moindre déformation des images, et surtout, par la projection en vraie grandeur, conservation de l'opacité des lésions situées loin de l'écran. Il semble donc, pour la radiophotographie que la distance de 1 m. environ satisfasse la question de télé sans demander des temps de pose exagérés.

DE ABREU avait opéré, au début à 1 m. 20; maintenant il place l'ampoule à 60 cm. de l'écran. En effet il a démontré géométriquement qu'à partir d'une certaine distance entre l'ampoule et l'écran qui est 60 cm., la grandeur de la pénombre ne diminue plus d'une façon sensible en éloignant l'ampoule (compte tenu de la largeur du sujet). Il propose cette distance comme optimum ou du moins comme minimum.

Le Dr SAYÉ de Montévidéo emploie la même dis-

tance. En Allemagne, HOLFEDER place son ampoule à 70 cm. de l'écran.

Avec le Dr RONNEAUX, nous avons pris nos radiophotographies pulmonaires à 1 m. 20, puis à 90 cm. en diminuant proportionnellement les temps de pose. Nous prenons nos clichés de stratiradiographie à 1 m. 20 à cause de l'espace que l'Oscillo-Strator demande pour effectuer sa rotation. Nous avons pris jusqu'à présent tous nos clichés pulmonaires à 90 cm.; il semble pourtant qu'on puisse adopter 60 cm. pour le dépistage en série de la tuberculose.

La distance de l'appareil à l'écran sera réglée par l'ouverture de l'objectif et de son champ; celui-ci est de 45° dans le Zeiss 1/1,5 que nous employons. Nous le plaçons à la distance de 75 cm. entre l'écran et la lentille antérieure de l'objectif. Malgré la courbure du champ, nous n'observons pas avec cette distance, de déformations de l'image dans ses parties périphériques. De même la luminosité des rayons obliques venant des bords de l'image fluoroscopique, est très bonne; en effet nous observons très nettement les culs-de-sacs costo-diaphragmatiques et les sommets qui ne sont nullement déformés et presque aussi lumineux que le centre de l'image.

On sait, d'après la loi de Descartes que le rapport des dimensions de l'objet et de son image est le même que celui de leurs distances au centre optique d'une lentille ou d'un groupe de lentilles. Ici le rapport est de $\frac{40}{3,6} = 11$ environ. Il y aura le même rap-

port entre la distance écran-objectif et la profondeur de l'appareil.

Pratiquement cette distance doit être conservée fixe en solidarissant l'appareil et l'objectif. C'est ce que nous avons fait à Cochîn grâce à un étrier à 3 branches se fixant sur le pourtour de l'écran. Mais la solution pratique réalisée par tous les auteurs de radiophotographie est une chambre noire oblongue ayant la forme d'un tronc de pyramide à grand axe horizontal, dont la grande base est occupée par l'écran fluorescent et la petite base par l'appareil qui se trouve à son centre. On peut ainsi opérer en plein jour.

D'autre part il est indispensable, pour pouvoir centrer rapidement l'écran et l'ampoule à la hauteur du thorax du malade, de solidariser aussi l'ampoule avec le bloc écran-appareil. La chose est facilement réalisable grâce à l'enroulement des câbles suspenseurs sur la même poulie. Ce détail est important dans le dépistage systématique de la tuberculose où l'on doit pouvoir prendre des clichés au rythme de 1 ou 2 à la minute. (Voir Planches V, VI, VII).

MANOËL DE ABREU a toujours utilisé un appareillage selon cette formule. Sa chambre noire est adaptée à des tiges verticales formant support sur le sol et sur lesquelles elle peut coulisser verticalement. Le tube radiogène est à 60 cm. de l'écran. Le malade est placé contre l'écran; l'opérateur fait jouer le déclencheur d'ouverture du diaphragme immédiatement avant la commande de courant dans l'ampoule;

il peut être parfaitement à l'abri des rayons. L'identification des films est faite par un numéro ou un nom en caractères opaques placés dans une petite rainure de l'écran. On a également imaginé des dispositifs optiques projetant un numéro lumineux sur l'écran.

La compagnie générale de radiologie a construit un appareil transportable de ce genre et met au point actuellement un objectif d'une luminosité appropriée $F = 1/1,5$.

L'appareil est composé essentiellement d'un cadre métallique rigide à 4 colonnes verticales fixées sur un socle. Deux des colonnes servent de guide, un chariot vertical supportant un générateur Sécurix type 950 donnant 90 kv. L'ampoule à foyer linéaire a une puissance de 6 kw., est traversée par 50 milliampères et refroidie par des courants d'air de convection et supporte facilement 2 poses de 1 sec. environ, par minute.

Les 2 autres colonnes du cadre servent de guide à l'écran radioscopique et à sa chambre noire renfermant l'appareil photographique. L'écran est à 0,70 du tube générateur. Le Sécurix et l'écran-chambre noire sont supportés par des câbles s'enroulant sur une poulie compensatrice avec ressort d'équilibrage. Ils sont conjugués et équilibrés. L'écran radioscopique de luminosité spécialement accrue pour cet usage comporte dans un angle une partie destinée à l'introduction d'une plaquette numérotée qui est photographiée en même temps que l'image radioscopique

de l'écran. Une plaquette a été remise à chaque malade au moment de l'inscription portant son numéro d'ordre et divers renseignements utiles. Au moment de la radiophotographie, la plaquette est introduite dans la fente et une lampe l'éclaire pendant le temps nécessaire à sa photographie. La chambre noire, complètement opaque à la lumière permet d'opérer en plein jour. La photographie de l'écran est faite à l'aide d'un appareil de petit format utilisant le film cinématographique standard (35 mm, de large, perforé). Chaque radiophotographie qui mesure 24 mm. sur 36 mm. correspond à une dimension d'écran de 36-43 cm. (Planche V).

L'appareil est rapidement démontable en éléments aisément transportables dans une voiture.

VI. — TEMPS DE POSES

Nous donnons ci-dessous les temps de pose avec lesquels nous avons obtenu des radiophotographies parfaitement lisibles et détaillées. Toutes les conditions sont nécessaires à préciser.

Nous avons utilisé l'appareillage suivant :

1. Générateur à contacts tournants.
2. Ampoule de 10 kw. à refroidissement à air.
3. Ecran Super-Lumenix.
4. Objectif Zeiss ouvert à 1/1,5.
5. Films Kodak Super-XX.
6. Développement 25 minutes à 27 minutes.

ORGANES	DISTANCE amp.-écran	KV.	MA.	TEMPS	GRILLE	EPAISSEUR du sujet
Poumons	90 cm.	92	60	1" 3/4	0	24 cm.
	»	»	»	1" 1/2	0	22 cm.
	»	»	»	1" 1/2	»	21 cm.
	»	»	»	1" 1/4	»	20 cm.
	»	»	»	1"		19 cm.
	1 m. 20	»	»	2" 1/2	»	23 cm.
	»	»	»	2" 1/4	»	22 cm.
	»	»	»	2"	»	20 cm.
	»	»	»	1" 3/4	»	19 cm.
Thorax profil	90 cm.	»	»	2" 3/4	»	20 cm.
Epaule	80 cm.	90	»	1" 1/2	0	
		»	»	2" 1/2	Lyshôlm	
Coude Face	»	77	»	1"	0	
Profil	»	»	»	1" 1/2	0	
Main Face	»	»	»	1/2"	0	
Profil	»	»	»	1"	0	
Pied Face	»	»	»	1"	0	
Profil	»	»	»	1" 1/2	0	
Tibio-tarsienne ...	»	»	»	1" 1/2	0	
Genou Face	»	»	»	1" 3/4	0	
Profil	»	»	»	2"	0	
Art. coxo-lombaire.	»	92	50	7"	Lyshôlm	
Colonne lombaire.	»	»	»	6"	»	
Colonne dorsale .	»	»	»	5"		
Crâne profil	»	77	60	3" 1/2	»	
Maxill. défilé	»	»	»	2" 1/2	»	
Colonne cervicale						
Face	»	»	»	3"	»	
Profil	»	»	»	3" 1/2	»	

VII. — MODES D'OBSERVATION DES CLICHES RADIOPHOTOGRAPHIQUES

Il y a deux façons d'examiner les petits clichés $3,6 \times 2,4$: par projection agrandie et par transparence, à l'aide de loupes ou visionneuses.

Il est intéressant de projeter les petits clichés sur un bon écran de format 30×40 et de le comparer avec un négatoscope sur lequel est placé le cliché de radiographie ordinaire du même malade. Nous en faisons l'expérience tous les jours. Les 2 images obtenues sont parfaitement comparables, surtout si on les observe à une distance de 1 m. 50 à 2 m. environ : dans ces conditions le grain du petit cliché s'efface bien; nous avons même observé par projection un petit cliché sur lequel l'image d'une spéléonque était très nette alors qu'elle était discutable sur le grand cliché 30×40 à cause de la superposition d'ombres parenchymateuses. L'inconvénient de la projection agrandie réside en grande partie dans l'impossibilité de faire varier facilement l'éclairement, pour observer les régions plus ou moins claires d'un cliché thoracique, ce qui est très appréciable avec un négatoscope ordinaire.

Il nous semble que l'examen des clichés par transparence au moyen d'une loupe donne des images plus nettes. Il existe d'excellentes loupes visionneuses donnant une seule image agrandie 3 ou 4 fois; ou mieux des loupes binoculaires qui donnent une impression de profondeur très précieuse. C'est avec ces appareils pratiques et très lumineux qu'ont opéré les auteurs ayant pratiqué des repérages en grande série.

UTILISATIONS DE LA METHODE

La Radiophotographie peut être appliquée à diverses explorations radiologiques que nous allons citer. Mais son utilité y est assez différente.

Les meilleurs clichés et les plus utilisables ont été ceux du thorax.

La première application de la radiophotographie pulmonaire et la plus intéressante à coup sûr est le dépistage systématique de la tuberculose dans les collectivités humaines. La valeur économique de la méthode rend possible la prise de clichés en série d'un grand nombre d'individus réputés sains, ce qui permet la découverte de lésions tuberculeuses au début.

A côté de cela, la radiophotographie appliquée aux explorations radiologiques du poumon par les méthodes dites en « tranches », les rend beaucoup moins onéreuses et peut ainsi contribuer à leur diffusion. Enfin signalons l'intérêt qu'il y aurait à prendre une radiophotographie après chaque insufflation de pneumothorax pour conserver un document durable et objectif sans aucun encombrement.

D'autre part les petits clichés radiophotographiques se prêtent parfaitement aux explorations complètes du squelette pour la recherche de localisations ignorées dans les maladies osseuses.

I. — DEPISTAGE SYSTEMATIQUE DE LA TUBERCULOSE DANS LES COLLECTIVITES

L'utilisation de la radiophotographie dans la recherche systématique de la tuberculose pulmonaire mérite d'être précisée. Comme il s'agit d'une méthode nouvelle, ses indications et son utilité seront différentes des méthodes déjà employées. C'est un procédé au service de la grande œuvre de lutte contre la tuberculose, et non une méthode qui puisse supplanter ou supprimer les autres recherches cliniques radiologiques ou bactériologiques. Mais avant tout, il s'agit de prospection thoracique en grand puisque c'est sa qualité économique qui est la plus notable. Elle intéresse donc la médecine sociale et la prophylaxie de la tuberculose.

La radiophotographie thoracique pratiquée systématiquement dans des centres de prospection tuberculeuse donnerait certainement des résultats très intéressants. Cependant comment la pratiquer ? Doit-on l'adjoindre purement et simplement à un examen clinique général d'un sujet ou peut-on l'employer comme examen unique de début de toute une collectivité. Son intérêt économique permet justement ce dernier emploi. Peut-on remplacer une radioscopie par une radiophotographie ? Encore une fois il ne s'agit nullement de remplacer la radioscopie, mais d'utiliser une autre méthode dans d'autres conditions.

Comme le fait remarquer MANOEL DE ABREU la pro-

phylaxie de la tuberculose ne se fait pas en soignant aveuglément une partie des tuberculeux. Le système de prophylaxie basé sur le dispensaire-sanatorium sans l'orientation du recensement total a fait faillite. Le rôle du traitement, quoique important est bien moins important que celui de la protection des individus sains. Ainsi la prophylaxie doit être fondée sur la découverte de tous les foyers d'infection suivie du soutien économique et de l'isolement de tous les menacés réceptibles.

D'après la conception classique, le diagnostic précoce s'occupait avant tout du facteur clinique et avait pour but une thérapeutique appropriée; nous devons maintenant le considérer au point de vue social et en tirer des règles de préservation de l'individu et de la société.

Mais comment orienter cette recherche des foyers tuberculeux méconnus et à leur début ? Dans quelle mesure et dans quel ordre chronologique doit-on employer la clinique, la bacilloscopie, la radiologie ?

L'examen radioscopique du thorax qu'on a commencé à pratiquer en 1897, 2 ans seulement après la découverte de Roentgen, n'a cessé d'apporter une aide considérable à la clinique pour le diagnostic des affections pulmonaires; la cinématique du thorax donne des renseignements précieux qui méritent de compléter un bon cliché. On a donc songé, pour la recherche systématique de la tuberculose de faire des examens radioscopiques en série dans les usines, les administrations, l'université, les écoles, l'armée; ce

qui n'est encore appliqué que d'une façon épisodique en France. Ce mode de prospection compte à son actif des avantages indiscutables. Cependant si la radioscopie permet de réaliser un dépistage précoce et facile d'un nombre considérable de lésions méconnues ou latentes, elle n'en présente pas moins quelques insuffisances : absence de test des examens pratiqués, rapidité pouvant entraîner des erreurs, grande fatigue pour les radiologistes.

Dans la revue d'Hygiène (nov. 1937), MM. JULLIEN, SIEUR et DUTREY écrivent : « Appliqués systématiquement à tous les membres d'une collectivité quelconque les procédés traditionnels de recherches (auscultation, percussion, bacilloscopie) sont longs, incertains, trompeurs. Seul le défilé devant l'écran, réalise les conditions de rapidité indispensable pour concilier le dépistage avec les conditions de la vie normale dans les divers groupements sociaux. Par surcroît la radioscopie présente moins de chances d'erreurs que l'oreille... est-ce à dire que la radioscopie systématique pratiquée dans une collectivité quelconque peut résumer tout le dépistage de la tuberculose ? Il serait insensé de le prétendre ; son contrôle par la clinique, le laboratoire et le film, nous ont montré, à nous, comme à d'autres qu'à côté de ses découvertes impressionnantes, elle a des défaillances à son passif »..

Nous admettons avant tout que la radioscopie, seule, peut donner la cinématique du thorax, mais à part cela, un cliché enregistre plus de signes sur un

début de tuberculose. Par contre, s'il s'agit de faire un dépistage systématique, c'est-à-dire un nombre très important d'examens, beaucoup d'inconvénients apparaissent pour la pratique de la radioscopie.

Tout d'abord, étant un procédé subjectif, son exactitude sera soumise à l'état d'attention ou de fatigue du radiologiste. Il faut un minimum de 3 à 4 minutes pour examiner un thorax à l'écran. On ne pourra donc pas dépasser les 20 examens à l'heure. De cet examen, il reste un compte-rendu, quelquefois très succinct, portant seulement la mention : normal; enfin pas de document à pouvoir comparer à un examen ultérieur. En conclusion la radioscopie systématique d'une collectivité représente un diagnostic incertain s'il est isolé, une grande fatigue pour le radiologiste, l'absence d'un document objectif qui demeure.

Il semble donc, de l'avis de bien des radiologistes et phthisiologues que la radioscopie puisse difficilement être appliqué, d'une façon sûre, comme moyen de dépistage pulmonaire systématique.

On a donc songé à faire de la radiographie systématique; mais son prix élevé est difficilement accessible aux grandes collectivités, et son encombrement rendrait rapidement le classement impossible. Le D^r JALET proposait dans l'armée en 1937 une méthode d'hypertélégraphie en groupe. Enfin on a pensé à utiliser le papier sensible comme négatif. Aucune de ces méthodes n'a pratiquement abouti.

La Radiophotographie, au contraire paraît réunir de nombreuses conditions pour le dépistage radiologique systématique dans les grandes collectivités.

Il ne s'agit nullement de supplanter ou remplacer la radioscopie et la radiographie dans leurs indications actuelles, pas plus que tout autre procédé d'exportation clinique et bactériologique. Mais puisque la radiographie et la radioscopie systématiques ne sont ni applicables, ni appliquées, il y a lieu de prendre en considération une méthode qui a fait ses preuves à l'étranger et dont les expériences réalisées en France confirment la possibilité d'application.

Il faut la considérer comme un mode de prospection radiologique permettant un 1^{er} triage un peu grossier entre les thorax radiologiquement sains et suspects. C'est une méthode de sélection entre le normal et le pathologique. Le dépistage systématique de la tuberculose par la radiophotographie suppose donc un clichage en série de tous les individus d'une collectivité. L'examen des petits clichés servira de repérage des thorax douteux qui, une fois signalés, demanderont un complément d'examen radiologique, clinique et bactériologique. C'est ce qui a été fait au Brésil depuis 5 ans et en Allemagne depuis 2 ans. Nous verrons plus loin que ce procédé a pu déceler environ 5 à 8 % de sujets porteurs de lésions pulmonaires ignorées dont 3 à 4 bacillifères. Chez les enfants on pourra, comme on le pratique déjà couramment, faire une cuti-réaction à la tuberculine en même temps qu'un petit cliché. Ces 2 examens par

leur rapidité et leur prix infime peuvent être faits d'une façon systématique. Chez l'adulte, l'image radiologique seule aura une signification. Nous verrons plus loin que la valeur diagnostique de la radiophotographie convient parfaitement pour juger d'un thorax normal et pathologique.

Les signes radiologiques de début de la tuberculose, précèdent le plus souvent les signes cliniques, d'un temps assez long, pour qu'il soit éminemment souhaitable de les déceler dès leur apparition. Or cela ne peut se faire que par l'examen radiologique systématique des individus. Puisque la radiographie ni la radioscopie ne sont pas applicables en série, nous devons nous tourner vers un procédé qui donnera d'une façon précoce des signes permettant de soigner une infection bacillaire à son début.

Comment pourra-t-on envisager l'organisation pratique de ce clichage en série, quand il s'agira de prendre les radiophotographies de tous les membres d'une usine, d'une école, d'un village ? Il y a 2 formules.

Tout d'abord les centres fixes, organisés dans les villes, et où l'on envoie à jour prévu, tous les employés d'un bureau, d'une administration, d'une usine : c'est la réalisation faite au Brésil où 15 centres de dépistage fonctionnent, actuellement. Cette formule a l'avantage de pouvoir grouper dans les mêmes locaux, tous les services sociaux d'une pareille organisation. On ne classe pas seulement les films, mais encore tous les autres dossiers sanitaires

des individus examinés. Un tel centre est souvent adjoint à un hôpital. La centralisation des services est certainement une commodité.

Les sujets à radiophotographier peuvent être convoqués par groupe de 100, qu'on peut faire passer devant l'appareil en 1 heure; ou même en groupes de 250 environ ce qui représente le nombre de petits clichés contenus dans une bobine de film de 10 mètres. Chaque individu doit être muni d'une feuille de papier sur laquelle est inscrit son nom au crayon de plomb et qu'on place dans une rainure de l'écran au moment de la prise du cliché, pour son identification. Un médecin radiologiste peut sans fatigue, observer dans une loupe visionneuse les 250 clichés pris la veille, alors qu'il n'aurait absolument pas pu examiner 250 individus à l'écran radioscopique.

Le classement se fait ensuite sous une forme très peu encombrante. On peut fixer le petit cliché sur une fiche de santé portant quelques renseignements sommaires sur l'individu. Ou encore conserver les clichés en bandes et les classer dans des albums dont on pourra les retirer pour les examiner quand cela sera utile. Cela dépend de l'organisation pratique du centre.

L'autre formule de prospection thoracique est le groupe radiologique mobile. On peut le réaliser de 2 manières :

Le train radiologique composé d'un camion et de 2 ou 3 remorques contenant l'installation au complet y compris des salles de déshabillage et la dynamo

génératrice de l'énergie électrique. C'est ce que les Allemands ont appliqué l'an dernier. (Voir fig. 3, p. 65).

La seconde réalisation qui nous paraît préférable est l'appareil transportable et démontable. On peut ainsi le monter rapidement dans un local de l'école ou de l'usine sans être gêné par les intempéries et autre inconvénient que le camion-roulotte peut présenter. L'appareil construit par la C. G. R. est, comme nous l'avons vu facilement transportable. (Pl. V).

Résumons maintenant les principaux avantages de la radiophotographie.

Avant tout, c'est la valeur économique du procédé qui permet le clichage en série, nous y reviendrons.

En suite, nous verrons aussi plus loin que sa valeur diagnostique est supérieure à la radioscopie tout en restant inférieur à la radiographie.

En troisième lieu, le document objectif et impersonnel qui demeure a un intérêt considérable. Chaque fois qu'on peut, en clinique rendre plus objectif un mode d'examen, on élimine des chances d'erreur. Le fait de conserver l'image radiologique thoracique au lieu d'un compte-rendu est incontestablement très favorable pour les examens ultérieurs qu'on pourra comparer avec fruit au cliché primitif. Ajoutons que le document en question est petit, facile à classer ou à conserver sur une carte de santé; facile à renouveler à plusieurs époques de la vie. Il faudrait que chaque individu possède son cliché thoracique comme son certificat de vaccination et sa carte d'identité.

Enfin signalons la diminution considérable de fatigue pour le radiologiste avec la suppression complète d'exposition au rayonnement X. On pourrait difficilement trouver le nombre de spécialistes suffisant pour effectuer par radioscopie pulmonaire le même dépistage systématique que par la radiophotographie : c'est un problème, à la fois d'économie budgétaire et d'hygiène du radiologiste.

Il est donc à souhaiter que les Sociétés de lutte contre la tuberculose et les services d'hygiène publique étudient de près cette question du dépistage systématique par la radiophotographie. Cette question commence à intéresser l'opinion des phthisiologues. Nous pensons que d'ici peu elle les aura conquis.

II. — REALISATIONS DE DEPISTAGE SYSTEMATIQUE

C'est à MANOEL DE ABREU de Rio de Janeiro que revient l'honneur d'avoir renouvelé cette ancienne idée de photographier l'écran radioscopique et de l'avoir appliquée au recensement thoracique des collectivités. Il s'est très particulièrement attaché à la recherche des tuberculeux pouvant infecter les enfants dans les centres domestiques, scolaires et familiaux. Mais il a fait aussi de la prospection dans les milieux adultes. Après avoir étudié la méthode, en avoir expérimenté plusieurs techniques et donné une mise

au point très satisfaisante en l'appliquant déjà dans 2 hôpitaux de Rio, il l'a fait connaître au Congrès international de Radiologie de Chicago. Depuis il poursuit l'emploi de la radiophotographie dans de nombreux centres de prophylaxie anti-tuberculeuse. En 1936 il avait 2 services de radiophotographie où étaient examinés déjà une moyenne de 100 individus par jour : à l'hôpital de la Marine et à celui de la Santé publique. Par la suite il crée d'autres centres à Rio, à Victoria, à Sao Paulo; en 1938, deux services destinés à l'armée brésilienne; des centres de recensement municipaux pour l'examen des enfants à l'âge d'écoliers. En 1939 on compte 15 installations en fonctionnement au Brésil effectuant 3 à 4 mille radiophotographies par jour, 4 centres au Chili, 3 en Argentine.

Le rythme des prises de clichés est important : au centre N° 3 de la Santé publique à Rio on peut faire 500 examens « fluorographiques » par jour. Le Dr VACAREZZA président de la lutte argentine contre la tuberculose a achevé dans le courant de l'année dernière l'organisation d'un centre de radiophotographie pulmonaire où peuvent être examinés 1.000 enfants par jour, soit 258.000 par an.

Cette méthode permet au Dr DE ABREU de découvrir des tuberculoses inapparentes chez 5,3 % des sujets examinés et dont les formes sont réparties de la façon suivante :

Formes cavitaires	0,3 %
— étendues	2,2 %
— de gravité moyenne ...	0,5 %
— discrètes	1,5 %
— cicatrisées	0,3 %

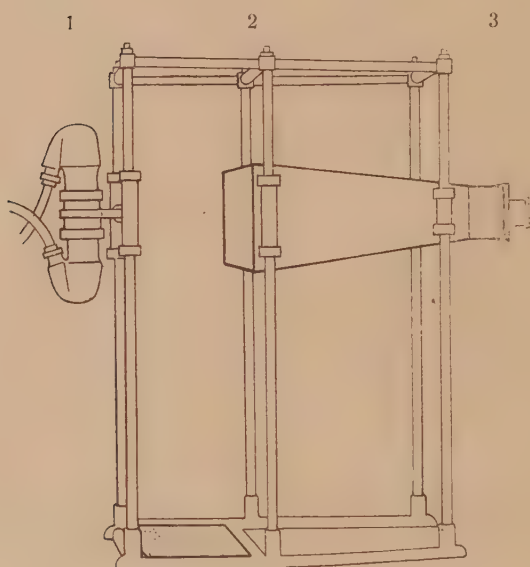


FIG. 2.

Schéma de l'un des appareils de M. DE ABREU.

1. Ampoule radiogène.
2. Ecran fluorescent.
3. Appareil photographique.

En ALLEMAGNE, la radiophotographie a été employée en grand dans le dépistage systématique de la tuberculose. Contrairement à notre opinion les auteurs pensent que ce procédé peut devenir un ersatz de la radiographie.

Le dépistage systématique a été pratiqué dans

l'hiver 1938-39 en Thuringe par un « train de révision radiologique » construit sous la direction du D^r HOLFELDER et se composant de 3 éléments :

Un camion, contenant le générateur à haute tension, le système ampoule-appareil-écran.

Une grande remorque servant de salle de déshabillage avec un cabinet de développement.

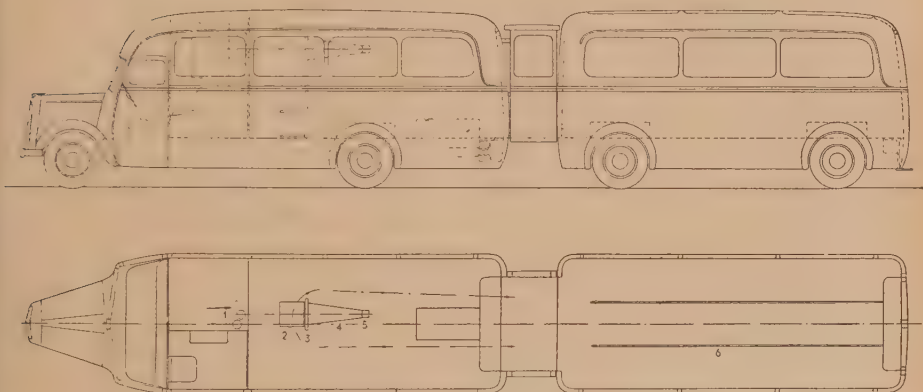


FIG. 3.

Voiture pour radiophotographie utilisée en Allemagne.

1. Ampoule radiogène. — 2. Sujet à radiographier. — 3. Ecran fluorescent. — 4. Chambre noire. — 5. Appareil photographique. — 6. Salle de déshabillage.

Enfin une petite remorque à 2 roues dans laquelle se trouve une dynamo électrogène fonctionnant à l'essence. Le personnel comprend des infirmiers, des électriciens, un médecin. Le rôle de ce dernier est d'examiner les clichés par projection agrandie et différencier le normal du pathologique, travail beaucoup plus rapide que la radioscopie.

Cette organisation a pu faire en 4 mois, dans des villages et petites villes plus de 70.000 radiophotographies. L'appareil pouvait prendre 400 photos à l'heure, et l'organisation mettre en valeur jusqu'à 500 à l'heure : sans doute ce record n'était-il que momentané.

Dans ce clichage en série sur 55.600 images 12 % furent découvertes comme pathologiques parmi lesquelles 3 à 4 % étaient des lésions cardiaques ou aortiques.

Dans le courant de l'été 1939 un dépistage analogue a été fait dans le Brandebourg où 4 millions de clichés furent pris. Parmi les individus examinés 8 % présentaient des lésions tuberculeuses ignorées et 3 % étaient bacillifères.

A l'exemple des Allemands, des médecins italiens commencent le dépistage systématique avec des appareils de radiophotographie Siemens.

EN FRANCE, les radiologistes n'ont pas tout de suite pris au sérieux cette idée nouvelle. Certains n'ont vu là qu'une mauvaise contrefaçon de la radiographie, et ont cru, à priori, sans l'avoir expérimenté, que la radiophotographie représentait un recul de 20 ans au point de vue finesse et détail sur les radiographies ordinaires. Cependant 2 centres d'étude sur la radiophotographie se sont formés et, avec un matériel très simple ont pu obtenir des résultats utilisables : Le Dr RONNEAUX à l'hôpital Cochin et les médecins militaires FOURNIÉ et FRÉZOULS à Metz.

A Cochin, nous prenons maintenant tous les jours

des clichés photographiques des poumons et du squelette, qui nous rendent malgré leur utilisation réduite, des services intéressants.

A Metz, les médecins capitaines FOURNIÉ et FRÉZOUIS ont fait des applications très intéressantes et parfaitement concluantes de radiophotographie. Ayant fait du dépistage systématique de la tuberculose par la radioscopie dans l'armée, ils sont mieux placés que personne pour juger du côté pratique du problème, de sa valeur médicale et des résultats qu'elle a donné comparativement à la radioscopie.

Au cours de 7 années, ils ont effectué plus de 130.000 examens radioscopiques. Pendant 2 ou 3 mois, ils ont, dans le courant de l'hiver 1939 fait de la radiophotographie pulmonaire systématique. Cela leur permet d'affirmer qu'on obtient sur des clichés de petit format des renseignements sûrs, des documents objectivant des lésions d'étendue et d'opacité peu marquée, que l'œil pourrait laisser échapper au cours de l'examen le plus attentif, par fatigue, ou manque d'attention soutenue. Il est certain qu'avec de bons petits clichés radiophotographiques on supprimerait une quantité d'inconvénients de la radioscopie systématique dans l'armée. Tout d'abord la charge des radiologistes militaires serait considérablement allégée. Avant le début des hostilités, l'incorporation des jeunes recrues a demandé, dans des régions à effectifs importants 400 à 500 examens radioscopiques journaliers pendant 9 à 10 semaines. Par la radiophotographie il est possible de prendre une douzaine de bandes de 36 poses, par jour soit 436 clichés.

On voit le grand intérêt qu'il y aurait, à conserver sur le thorax de chaque homme, un document impersonnel et durable pouvant être, pour les questions de réformes, comparé à d'autres clichés ultérieurs, photographiques ou radiographiques ordinaires. De plus c'est un document petit, qui peut être adjoind à la carte de santé et permet des classements peu encombrants.

Tous ces avantages sont particulièrement appréciables dans l'armée à cause du grand nombre d'individus examinés et de la responsabilité qu'elle a dans l'état de santé des hommes incorporés. Il semble probable que cette méthode de prospection y fera des progrès même en temps de guerre.

Les deux ou trois communications qui ont été faites par les Drs FOURNIÉ et FRÉZOULS au printemps 1939 à la Société de Médecine militaire et au comité de défense contre la tuberculose ont été en général, bien accueillies. Nous savons qu'actuellement les radiologistes militaires ainsi que civils mobilisés se préoccupent de l'utilité d'appliquer systématiquement la radiophotographie dans l'armée.

Le problème, dans l'armée peut se poser de la façon suivante : La radioscopie systématique appliquée aux jeunes recrues au moment de leur incorporation fait le triage des thorax sains et suspects; ces derniers sont examinés médicalement d'une façon complète. Mais parmi les thorax réputés sains, quelle a été l'erreur commise ? Les statistiques des médecins militaires disent que 1 à 2 % de ces individus classés

sains ont fait des accidents pulmonaires dans le courant de leur service; le problème consiste à savoir si la radiophotographie ferait baisser ce pourcentage. A notre avis même avec un pourcentage analogue il y a grand intérêt à utiliser la radiophotographie dans l'armée pour tous les avantages que nous avons signalé.

III. — APPLICATION A LA STRATIGRAPHIE

La Radiophotographie trouve encore une utilisation très intéressante dans la méthode de stratigraphie ou tomographie pulmonaire. On connaît l'intérêt de ces méthodes analytiques d'examen pulmonaires qui permettent de faire apparaître des images opaques situées dans des plans de profondeurs successives et bien déterminées. Plusieurs méthodes appliquent différemment le même principe géométrique de BOCAGE. Dans les mouvements relatifs donnés à l'ampoule, à l'écran et au malade, on obtient sur l'écran l'immobilité des ombres d'un plan du thorax : leur image est donc nette et impressionne le film; au contraire, les ombres du reste du thorax se projettent en effectuant un certain mouvement : elles sont floues et effacées. Seules les images de la « tranche pulmonaire » considérée sont nettes et bien décelables.

La méthode de stratigraphie de VALLEBONA laisse

l'ampoule fixe; le malade, placé sur une plateforme, et l'écran effectuent chacun un mouvement de rotation autour d'un axe vertical et en restant parallèles entre eux. On démontre facilement en géométrie que seul, le plan vertical passant par l'axe de rotation du sujet et parallèle à l'écran, se projette en une ombre immobile sur l'écran pendant la rotation.

Dans les autres procédés, le même résultat est obtenu avec des mouvements relatifs différents; ainsi, dans la tomographie, le malade est immobile; l'ampoule et l'écran effectuent un mouvement plus rapide et plus compliqué qu'une simple rotation.

Ces procédés ont permis de déceler, non seulement les infiltrations et lésions ulcéreuses bacillaires, mais encore les bronchectasies, les kystes du poumon, les tumeurs solides, les abcès, les calcifications pleurales que l'on croyait jusqu'alors parenchymateuses.

Si cette méthode est très précieuse et de plus en plus utilisée par les phtisiologues, elle est d'un prix de revient assez élevé puisqu'elle demande 6, 8, 10 films 30/40, si l'on prend les « tranches » de 2 en 2 cm. Elle entraîne donc des dépenses qui limitent forcément son emploi.

C'est dans cette préoccupation que G. RONNEAUX a pensé à appliquer la méthode de sélection que constitue la radiophotographie, à la stratigraphie pulmonaire.

En effet, le principe consiste à photographier l'écran radioscopique sur lequel se projette l'image « en tranches » du thorax. L'effacement réalisé par les

ombres mouvantes de certains plans du thorax, se produira aussi bien par photographie de l'écran que par radiographie directe. Mais l'écran étant en mouvement il faut que l'appareil photographique en soit solidaire. Le chose est facile à réaliser si l'écran est animé d'un mouvement simple comme c'est le cas dans l'Oscillo-Strator des D^{rs} RONNEAUX et LEMOINE qui effectue une rotation. (Pl. VI).

Le dispositif employé est un étrier formé de 3 tiges parallèles et horizontales, qui se fixent par une de leurs extrémités dans des orifices situés sur le pourtour de l'écran; tandis que les autres extrémités, réunies forment le support de l'appareil photographique, celui-ci se trouve ainsi situé sur la perpendiculaire au centre (sa distance à l'écran est réglable sur quelques centimètres). Ce dispositif très simple et amovible est d'ailleurs celui que nous employons pour les radiophotographies thoraciques ordinaires. Le support photographique représente un porte-à-faux considérable. Cependant il est assez léger et assez résistant pour accompagner l'écran dans son mouvement de rotation, sans qu'il s'ensuive, après démarrage, des vibrations pouvant nuire à la netteté de l'image, cela est dû au mouvement simple de rotation effectué par l'écran.

On a pu également adapter un appareil photographique sur le « Stratix » construit par la C. G. R. car dans ce dispositif, l'écran et l'ampoule sont animés d'un mouvement vertical donc très simple.

Voici comment nous opérons à l'Hôpital Cochin.

Supposons que nous ayons 3 malades à stratigraphier.

Nous prenons successivement à chacun des malades :

1) Une radiophotographie ordinaire dit « standard ». Distance ampoule-écran : 1 m. 20 — temps de pose : 1" 1/2 (pour un sujet de 22 cm. d'épaisseur) 60 mA 92 kv.

2) Une série de 7 à 8 stratiradiophotographies en tranches de cm. en cm. en allant de 14 à 5 cm. du plan dorsal. Angle de rotation : 20°. Temps de pose : 2" 1/2.

Durée de la prise des clichés pour chaque malade : 10 min. Notre bande de 30 clichés est alors développée et fixée (1/2 heure). Nous l'examinons ensuite encore mouillée dans un négatoscope ménageant une fente lumineuse de la largeur du film (35 mm.) à l'aide d'une loupe. Les images obtenues sont souvent très précises, en tous cas elles font apparaître, comme sur les grands clichés de stratigraphie, des lésions invisibles sur les clichés ordinaires. On peut alors choisir dans la bande des photographies, le cliché dont la tranche intéresse la lésion qu'on veut préciser ou qu'on a découverte. Ce cliché correspond à une profondeur déterminée, à une distance mesurée à partir du plan dorsal. On place de nouveau le malade sur l'Oscillo-Strator pour prendre alors 1 ou 2 clichés de stratigraphie ordinaire en 30-40 des « tranches » déterminées par la photographie. Si l'on avait pris la série complète des stratigraphies en 30-40 on aurait eu 4 ou 5 clichés inutiles.

Cette méthode de sélection réalise une économie de 75 à 80 %. Son emploi permettrait d'utiliser plus souvent la radiographie « en tranches ».

IV. — SURVEILLANCE DES LÉSIONS TUBERCULEUSES EN ÉVOLUTION ET DE LA COLLAPSOTHÉRAPIE

La qualité des images radiophotographiques peut permettre la surveillance de l'état d'un poumon dont les lésions bacillaires ont été diagnostiquées et précisées par un examen initial complet, radiologique clinique et bactériologique. Les phthisiologues voient quelquefois des malades bacillaires qui possèdent un volumineux dossier de clichés radiographiques : jusqu'à une cinquantaine de films 30-40 ou mieux 36×43 le format idéal 40×40 n'étant pas assez usité. Ces clichés ont été pris à l'occasion de poussées évolutives et n'ont servi, en somme, qu'à constater l'extension d'une caverne, la cicatrisation d'une autre, l'apparition de liquide. Nous pensons que la surveillance des lésions connues et la découverte de nouvelles, pourraient être réalisées le plus souvent par des clichés radiophotographiques, sans que la thérapeutique appliquée en soit moins éclairée. Le malade pourrait faire une économie de 50 à 75 % qu'il emploierait plus utilement à améliorer son état général. Quand il existera en France des centres de radiophotogra-

phie, les clichés de ces malades seront pris facilement et fréquemment, sous réserve toujours, de prendre une grande radiographie si le petit cliché a repéré un signe suspect qui demande à être précisé.

La radiophotographie peut être appliquée d'une façon très utile à la surveillance des pneumothorax. Certes on n'imagine pas une insufflation sans contrôle radioscopique. Mais si précis qu'en puisse être le compte rendu, il sera toujours très inférieur à une petite image qu'on pourra comparer d'une insufflation à une autre. Ici il s'agit de surveiller des lésions connues et non point d'en rechercher d'ignorées. Le décollement de la plèvre, le degré de collapsus du poumon, l'évolution des lésions sous-jacentes, les brides, l'apparition de liquide seront surveillées; et surtout leur aspect pourra être comparé d'un mois à l'autre sur les clichés photographiques pris après chaque insufflation, et classés sans aucun encombrement.

Les frais mis en œuvre seraient très peu élevés. En effet, les clichés de radiophotographie peuvent être pris avec une installation de radiographie ordinaire, puisqu'il suffit de quadrupler le temps de pose. Seul l'appareil photographique représente une mise de fonds, mais peu importante en regard de celle que nécessite une installation complète dans un sanatorium. Il suffit donc d'une adaptation de l'appareil photographique devant un écran de très bonne luminosité. Répétons qu'un objectif de très grande ouverture est indispensable.

A Rio-de-Janeiro, le D^r DE ABREU fait toujours ses contrôles de collapsus pulmonaires après les insufflations, par la radiophotographie.

V. — EXPLORATION DU SQUELETTE

Ici encore, il s'agit d'une méthode de sélection.

Bien des diagnostics peuvent être éclairés par des radiographies du squelette entier et l'on a affaire, dans ces cas, à des lésions donnant des images radiologiques assez précises pour être facilement décelées sur une radiophotographie.

On hésite souvent à faire de telles recherches à cause du prix des 10 ou 12 radiographies nécessaires. La radiophotographie donne parfaitement les becs de rhumatismes, leurs déformations osseuses et articulaires, les décalcifications, les hyperostoses, les modifications relatives de contours, de transparence et de forme. Il faut prendre de 15 à 30 radiophotographies si l'on veut explorer le squelette entier. On détermine ainsi la région qu'il serait intéressant d'avoir sur grands clichés, ce qui ne sera pas toujours utile, la projection agrandie pouvant souvent suffire.

Nous employons, pour prendre ces clichés, le dispositif du D^r RONNEAUX, composé d'une table montée sur galets et se déplaçant au-dessus d'un coffre contenant l'appareil photographique. L'ampoule radiogène est montée sur un support pouvant être déplacé

verticalement au-dessus de la table. Le coffre constitue une chambre noire, fermée à sa partie supérieure par un écran radioscopique super Lumenix au-dessus duquel on peut placer une grille de Lyshölm de même dimension. A la partie inférieure de la chambre noire se trouve l'appareil centré sur l'écran de 35-43 cm. Ce coffre est monté sur pivots, ce qui permet de prendre des radiophotographies dans le sens de la longueur ou de la largeur suivant la région du malade à radiographier.

Dans la prise de ces clichés nous plaçons l'ampoule à 1 m. de l'écran pour diminuer l'inconvénient de la distance de 2 ou 3 cm., inévitable entre le malade et le plan de projection qui est l'écran. D'autre part l'objectif photographique est à 75 cm. de l'écran. Nos temps de pose sont encore 4 à 5 fois ceux employés dans les radiographies ordinaires.

Cet appareil est muni d'un numéroteur lumineux à chiffres sauteurs avançant automatiquement d'un numéro à chaque radiographie. Ce numéroteur est photographié en même temps que l'écran radioscopique. Un répéteur placé sur le bureau de la secrétaire lui permet d'enregistrer sous le même numéro les observations diverses concernant la radiophotographie prise. (Voir Planche VII).

VI. — RADIOPHOTOGRAPHIES D'AUTRES ORGANES

A l'Hôpital Cochin, le D^r RONNEAUX a radiographié quelques estomacs et duodénum. Quoique les clichés obtenus aient été suffisamment lisibles, le temps de pose nécessaire est un peu trop long; le bulbe se vide pendant la pose, les contractions gastriques progressent et les résultats obtenus sont inférieurs à ceux des grands clichés des séries ordinaires.

Les renseignements donnés pour l'étude du cœur et des vaisseaux de la base paraissent plus intéressants. DE ABREU et les auteurs allemands établissent des diagnostics d'affections cardio-aortiques avec des images radiophotographiques. DE ABREU a fait construire un instrument d'optique micrométrique pour évaluer sur les petits clichés, les diamètres du cœur et de l'aorte. Cela n'est possible qu'avec des images nettes, par conséquent des poses rapides ce qui demande une ampoule à anticathode tournante. Sans aller jusqu'à l'évaluation des diamètres, l'aspect du contour cardiaque peut être très instructif, et, ajouté à un orthodiagramme un cliché photographique donnera des renseignements très utiles.

En effet, dans la comparaison des clichés 30-40 avec les projections agrandies des radiophotographies, nous avons obtenu quelquefois des contours du cœur et de l'aorte plus nets sur les petits clichés que sur les radiographies classiques.

VALEUR DIAGNOSTIQUE COMPAREE A LA RADIOGRAPHIE ET A LA RADIOSCOPIE CLASSIQUES

Le but général que se propose la radiophotographie est un diagnostic de sélection entre le normal et le pathologique. Au contraire, la radioscopie et la radiographie classiques doivent faire un diagnostic pathologique précis sur la nature des lésions observées. Les indications et les utilisations de la méthode étudiée ici sont donc différentes de celles des méthodes classiques, cependant, comme il s'agit de part et d'autre d'examen radiologique, nous devons essayer de comparer leurs valeurs diagnostiques relatives.

Au point de vue de la sensibilité expérimentale de ces trois méthodes, le Dr JANKER DE BONN nous donne un test intéressant de comparaison entre elles. Il a observé que la radioscopie permet de voir des boules de cire de 8 mm. de diamètre au minimum; la radiophotographie décèle des boules de 5 mm, et la radiographie, de 4 mm. On voit ainsi que la définition d'une image de radiophotographie est très proche de celle des radiographies en lui restant pourtant inférieure. Par contre la sensibilité de la radioscopie est nettement inférieure à celle des petits clichés. Les chiffres relatifs suivants : 4-5-8, sont évidemment un

peu trop absolus mais ils représentent assez bien la valeur relative des 3 procédés, telle qu'elle apparaît à tous ceux qui ont pratiqué la radiophotographie.

Comparée à la RADIOGRAPHIE, une image photographique est en effet de qualité inférieure, mais assez peu inférieure pour qu'on puisse parfaitement déceler sur les petits clichés, les signes radiologiques de début d'une tuberculose pulmonaire. Il suffit pour s'en convaincre, d'examiner à la loupe ou en projection agrandie les petits clichés eux-mêmes et non les reproductions imprimées qui rendent d'autant moins bien la réalité qu'il s'agit d'images très réduites. Nous pouvons dire avec certitude que le plus léger voile du sommet apparaît parfaitement ainsi que les irrégularités du diaphragme; les hiles sont très lisibles, grâce à leur situation para-médiane et malgré le flou dû au mouvement du cœur. Un nodule densifié apparaît sous la forme d'une petite tache qui demandera un examen complémentaire radioscopique et radiographique afin d'en préciser la nature. Les petits clichés nous donnent nettement l'accentuation de la trame broncho-vasculaire, les calcifications hilaires parenchymateuses ou pleurales; le feutrage de la région sous-claviculaire. Une modification de transparence générale d'une plage pulmonaire est parfaitement apparente; à plus forte raison, on découvre facilement des lésions ulcéreuses ou des infiltrations de densité moyenne.

On peut dire que la radiographie classique a dépassé la richesse de détails nécessaire pour affirmer

seulement qu'un cliché est pathologique; en effet il donne en général la précision voulue pour avoir des renseignements sur la nature des lésions observées : on sait distinguer des images de plèvre d'une image parenchymateuse, une tache calcifiée d'un nodule infiltré. Par conséquent, avec un point de précision en moins sur la radiographie classique on peut encore, en toute sécurité pouvoir affirmer si un cliché est normal ou pathologique : c'est ce qui est réalisé par la radiophotographie; encore sommes-nous modestes et prudents, car le Dr HOLFELDER de Francfort, affirme ne pas avoir besoin de refaire une radiographie sur grand format pour porter un diagnostic précis et complet.

Nous nous en tiendrons, pour le moment au diagnostic de sélection qui peut être fait sur un cliché radiophotographique avec le même coefficient de sécurité que sur un grand cliché; car on sait bien qu'il y a des cas où un cliché radiologiquement sain ne représente pas un thorax anatomiquement sain : mais ces cas sont hors de question. Dans la mesure où la radiographie permet un diagnostic pathologique précis, dans la même marge de sécurité la radiophotographie permet un diagnostic de sélection.

Dans le service du Dr RONNEAUX à l'hôpital Cochin, nous comparons quotidiennement une quinzaine de radiophotographies pulmonaires, aux clichés des mêmes malades pris en radiographie classique. Nous examinons les clichés photographiques dans une loupe visionneuse ou par projection agrandie. Après

en avoir rédigé quelques compte-rendus, nous faisons de même avec les grands clichés. L'expérience est intéressante surtout pour les thorax présentant des lésions discrètes puisque la méthode vise à dépister les signes de début de tuberculose. Il est rare que l'examen du cliché 30-40 donne plus de signes que celui du petit cliché.

Au point de vue expérimental, citons aussi l'observation des Drs FOURNIÉ et FRÉZOULS extraite de leur article sur la radiophotographie paru dans la revue du Service de Santé militaire (oct. 1939).

Au cours de l'examen systématique par radiophotographie d'un escadron du 30^e Dragons, 70 hommes défilèrent derrière l'écran fluorescent, ils avaient été tous examinés par nous-mêmes 3 mois auparavant au moment de notre tournée de dépistage radioscopique pratiquée à l'incorporation. Aucun d'entre eux n'avait présenté d'image suspecte à cette époque. L'interprétation des films pris dans le service où ils avaient été convoqués à notre demande nous permit de découvrir parmi eux un sujet présentant un excellent état général, ayant augmenté de poids depuis son arrivée au corps (3 kg.) mais dont le cliché 24,24 mm. objectivait une image ovalaire bordée à limites peu contrastée, présentant un petit niveau liquide et qui se projetait dans la région sous-claviculaire externe, à gauche en arrière de l'arc antérieur de la 3^e côte qui la masquait de façon complète. Ayant examiné le sujet le lendemain à l'écran il nous fut à peu près impossible de mettre une géode en évidence quoique connaissant sa localisation. Seul le cliché de 30-40 cm. pris après l'examen radioscopique nous permit de confirmer l'existence d'une lésion ouverte. L'examen des crachats se révélait du reste d'emblée positif.

Cet exemple confirme très nettement la valeur d'une méthode d'exploration qui laisse un document durable examinable à loisir et qui peut être soumis aux spécialistes.

Si maintenant nous comparons la valeur documentaire de la radiophotographie à celle de la RADIOSCOPIE, cette dernière sera facilement reconnue inférieure. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, l'image obtenue sur l'écran, illuminé par le passage de 50 à 60 milliampères dans l'ampoule, est pleine de détails qui n'apparaissent absolument pas sur l'écran d'examens radioscopiques ordinaires. Ces détails se fixent sur le film photographique qui enregistre d'une façon fidèle et durable, l'image fouillée de l'écran.

Par conséquent, d'une façon absolue, l'image radiophotographique est supérieure à celle de l'écran radioscopique ordinaire observé par l'œil. Mais il est à remarquer encore qu'on a affaire ici à un document objectif et durable, avantage considérable surtout quand il s'agit de l'appliquer à des examens en série. Il est certain qu'un œil exercé peut saisir en quelques secondes la moindre modification de texture des champs pulmonaires et ne pas laisser passer beaucoup d'erreurs. Mais encore faut-il que les lésions à déceler soient dans le domaine de visibilité de l'œil; or nous avons dit que, d'une façon absolue et indiscutable l'image donnée par 50 m A est très supérieure à celle de 3 à 4 m A. On peut donc considérer que la radiophotographie « matérialise » un moment de l'examen radioscopique par une image beaucoup plus détaillée.

Il y a cependant un point important qu'il ne faut pas négliger, c'est la cinématique du thorax; la radiophotographie, pas plus que la radiographie ne la re-

présente; les mouvements du diaphragme, la luminosité des sommets à, la toux, l'ampliation thoracique, la dilatation de certaines cavités, ne peuvent être décelées que par la radioscopie. Cependant les phtisiologues qui ont un bon cliché de thorax en main, donnent moins d'importance à l'examen cinématique qu'à l'image fixe des champs pulmonaires.

Par conséquent en admettant le déficit du côté cinématique, il nous reste 2 éléments de supériorité de la radiophotographie sur la radioscopie.

1) L'image fluorescente est incomparablement plus riche.

2) La plaque sensible est un mode d'enregistrement plus fidèle et plus sûr.

Du point de vue purement diagnostique la radiophotographie se montre donc supérieure à la radioscopie.

Signalons maintenant les OBJECTIONS faites à la méthode, dont quelques-unes sont purement théoriques et d'autres parfaitement justes. Voici les principales :

Tout d'abord le temps de pose, assez long, produira toujours le flou dû aux mouvements du cœur et des vaisseaux, qu'on est arrivé à supprimer pratiquement sur les radiographies de pose inférieure à $1/10$ de sec.

Ensuite ce même allongement de temps de pose empêche la prise en « télé ».

Enfin les radiophotographies étant un procédé indirect, le grain de l'écran et celui du cliché sont autant d'éléments de moindre netteté contre lesquels on ne peut pas lutter.

Ces observations sont justes et constituent, en effet, les causes de la légère infériorité des images radiophotographiques. En faut-il conclure comme les adversaires de la méthode qu'il faille y renoncer ? Nullement. La seule question à poser est celle-ci : Malgré leur infériorité sur les radiographies et quelle qu'en soit la cause, les clichés photographiques tels qu'ils ont été réalisés en France et à l'étranger permettent-ils le diagnostic de sélection que nous leur demandons ? Tous les radiologistes et phthisiologues qui ont vu nos clichés ont répondu par l'affirmative.

Pour répondre aux objections, nous ferons les remarques suivantes : Les radiophotographies courantes de thorax sont pris avec des temps de pose compris entre $1/10$ et $2/10$ de sec. car les installations à anticathodes tournantes ne sont pas très répandues. Si l'on a quelquefois la chance de saisir un contour net du cœur, il est cependant quelquefois flou; le cœur a battu pendant la pose; or un seul battement ébranle le hile et brouille l'image du médiastin autant que 2 ou 3 battements.

L'expérience nous a montré que la netteté du contour du cœur peut être obtenue sur les petits clichés malgré 2 ou 3 systoles certaines.

La question de la prise en « télé » est plus à discuter. M. DE ABREU considérant surtout la dimension de la pénombre place son ampoule à 60 cm. A l'hôpital Cochin nos clichés ont été pris à 90 cm. ou à 1 m. 20. Cette dernière distance, demandant des temps de pose de $1''$ à $1'' 1/2$ est très praticable et les

opacités situées en avant ou en arrière du thorax se projettent en vraies grandeurs. Avec une fluorescence des écrans encore un peu poussée, on pourra certainement bientôt prendre les radiophotographies en « télé » complète, afin de donner un plus grand coefficient de sécurité à la recherche précoce des densifications pulmonaires.

Le grain de l'écran a moins d'importance que celui du petit cliché. Il est vrai qu'en agrandissant un 3,5-2,4 douze fois en diamètre et 114 fois en surface, un grain d'argent agrandi 144 fois devient perceptible et gêne la netteté d'un contour d'ombre. Cependant une opacité quelle qu'elle soit est toujours enregistrée, même avec un gros grain qui, s'il n'en donne pas la nature, décèle quand même la présence d'une densification pathologique. Le diagnostic de sélection n'en demande pas davantage.

Ces objections nous paraissent plutôt des constatations sur les causes d'infériorité des images, mais aucunement des obstacles à l'utilisation et à la perfectibilité de la méthode.

Un doute a été également émis sur l'intérêt économique de la radiophotographie. Nous allons voir que cet avantage principal est indiscutable.

VALEUR ECONOMIQUE POUR LES COLLECTIVITES

Pour réaliser des prospections de thorax en série, l'intérêt économique de la radiophotographie est facile à prouver. Nous avons déjà montré l'économie de temps, de place dans le classement des dossiers, l'économie de fatigue pour le médecin, au point de vue uniquement financier, la chose est évidente.

Les méthodes courantes des examens radiologiques se limitent actuellement à la radiographie et à la radioscopie. Pour bien des raisons déjà vues, ni l'une ni l'autre ne donne la possibilité d'entreprendre un examen thoracique collectif et en série. Nous allons voir que la radiophotographie leur est supérieure à toutes deux au point de vue économique.

La Radiographie, avec ses films 30×40 est d'un prix de revient trop élevé. En effet chaque film, avant toute manipulation vaut environ 22 francs. Un million d'examen coûte donc 22 millions de francs sans compter les frais énormes nécessaires à la manipulation des clichés. La radiographie systématique est donc une entreprise financièrement difficile à réaliser. L'emploi de papier négatif, ainsi qu'on l'a fait dans certains Etats de l'Amérique du Nord représente seulement une économie de 30 % sur le prix des films.

D'autre part, pour faire 1 million de radiographies, 3 installations seraient nécessaires. Utilisons les chiffres de M. DE ABREU pour établir des comparaisons sans donner de précisions absolues sur le prix des installations, sujets à variations de toute nature. Supposons que 3 installations radiographiques reviennent à 400.000 fr. Il faut encore prévoir le personnel technique relativement nombreux : 20 spécialistes.

D'autre part, la radioscopie est un procédé d'apparence économique puisque le matériel et la puissance sont peu importants. Mais sa pratique demande un certain nombre de spécialistes ayant une longue expérience. D'après le Prof. RIST nous pensons qu'un radiologue peut arriver à un maximum de 160 examens par semaine. Il s'agit en effet d'une activité très fatigante qui ne peut être pratiquée très longtemps malgré toutes les protections anti- $\tilde{X}$. Or, 1 million d'examen par an en représente 21.000 par semaine, donc 150 spécialistes et 20 installations; par conséquent, un prix d'achat d'environ 1 million de frs et les appointements des 150 spécialistes et des 150 aides. Ce serait donc mettre en œuvres des dépenses considérables pour une méthode qui présente, malgré tout de grandes imperfections techniques.

La radiophotographie permet au contraire, l'organisation d'un centre de recensement thoracique sans difficulté. 3 installations seraient nécessaires, 20 spécialistes chargés de l'interprétation, 100 aides techniques non médecins auxquels incomberait la prise

des radiophotographies en série, ainsi que la manipulation des films. Quant aux frais de matériel sensible les films bobinés en grands rouleaux de 10 mètres, ainsi que la manipulation chimique donnent un prix de revient de 0 fr. 20 par document photographique, ce qui, pour 1.000.000 d'individus représente une dépense de 200.000 francs.

Donnons ci-dessous les chiffres de comparaison économique des 3 méthodes, d'après M. DE ABREU.

Pour 1.000.000 d'examens annuels :

	Dépense initiale	Dépenses annuelles
Radiographie	400.000 fr.	21.680.000 fr.
Radioscopie	1.000.000 fr.	5.400.000 fr.
Radiophotographie.	100.000 fr.	1.847.000 fr.

Ces chiffres peuvent être établis théoriquement, mais ils ont ici une valeur expérimentale puisque M. DE ABREU pratique la radiophotographie depuis 1936. Une radiographie coûte donc 1/20^e d'une radiographie et 1/5^e d'une radioscopie.

Voici sur quelle bases financières M. DE ABREU prévoit un centre de radiophotographie destiné à faire 1.000.000 d'examens annuels :

Dépenses premières	400.000 fr.
Dépenses annuelles :	
Personnel	1.680.000 fr.
Matériel	167.000 fr.

Il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agit de très nombreux examens, par conséquent l'économie de

surface sensible est avant tout à considérer et prendra une très grande importance quand il s'agira de séries systématiques c'est-à-dire atteignant un nombre très supérieur à celui des examens pratiqués dans un but médical dans les hôpitaux. L'amortissement se répartissant sur un grand nombre de clichés se trouve avoir moins d'importance que l'économie faite sur le prix du cliché lui-même.

D'ailleurs remarquons bien que le dépistage systématique de la tuberculose dans une collectivité apparemment saine ne peut moralement pas se faire par la radiographie : son prix actuel est trop élevé ; on n'imagine pas facilement une collectivité assez riche pour cela, et elle aurait mieux à faire pour son bien social et sanitaire. C'est pourquoi la radiophotographie semble ici parfaitement indiquée, étant donné que sa valeur diagnostique convient pour juger d'un thorax sain ou douteux.

Dans les autres procédés de sélection, le même avantage économique persiste : dans une série de toмоgraphies, 1 ou 2 clichés de tranches sont intéressants, les autres sont inutiles. On réalise donc une économie qui va jusqu'à 75 % en déterminant à l'avance les clichés utiles. De même pour les clichés de squelette.

Ce qu'il faut bien remarquer dans la valeur économique de ce procédé c'est le fait qu'il vise des examens en série, très nombreux et comme nous l'avons vu, c'est le prix du film qui prévaudra dans le total des dépenses, sur les frais d'installation qui d'ailleurs

ne sont pas plus élevés que pour la radiographie ordinaire. Quelque soit le procédé d'examen radiologique il faudra bien toujours employer une ampoule à rayons X.

On peut objecter que la radiophotographie demandant des temps de pose longs et des foyers fins, il faut des tubes puissants à anodes tournantes, ce qui augmente la mise de fonds de l'installation. Cela n'est pas exact, car nous répétons qu'une ampoule de 10 kw. permet de prendre de bons clichés. Quant au refroidissement il n'augmente pas beaucoup le prix de l'ampoule avec refroidissement à eau. On a imaginé un refroidissement par courant d'air de convection qui permettent de maintenir l'ampoule à une température suffisante pour pouvoir prendre 2 clichés à la minute ce qui est une bonne cadence.

Par conséquent, les quelques détails auxquels il faut songer pour réaliser de la radiophotographie ne sont pas de nature à beaucoup grever le prix d'une installation par rapport à celui d'un poste de radiographie.

Deux éléments sont encore à considérer : l'appareil photographique et l'écran. Il est certain que les matériaux transparents de l'objectif, la précision de sa construction, les études et contrôles de sa mise au point, portant son prix à une dizaine de mille francs; malgré son importance cette somme ne représente que $1/10^e$ ou $1/20^e$ de la valeur de l'installation radiologique; elle s'amortira rapidement en quelques centimes par sujet, à cause du grand nombre d'exa-

mens effectués, et sans aucune dépréciation de l'objectif dont l'acquisition est définitive. Un bon écran représente une mise de fonds du même ordre que l'appareil, mais comme lui, il est définitif, et n'ajoute rien à une installation radiologique ordinaire.

Nous en arrivons aux conclusions suivantes :

La Radioscopie systématique pour le dépistage en série de la tuberculose est 5 fois plus coûteuse que la radiophotographie.

La Radiographie a un prix de revient 20 fois plus élevé.

La méthode étudiée ici est donc très supérieure aux autres au point de vue purement économique.

CONCLUSIONS

I. — La Radiophotographie, photographie de l'image projetée sur un écran fluorescent par un faisceau de rayons X, est devenue pratiquement possible dans ces dernières années.

II. — Son problème est techniquement résolu. Elle reste néanmoins susceptible de progrès importants. Relativement facile, elle n'exige, radiologiquement, qu'un matériel déjà existant, et photographiquement, des objectifs de grande luminosité dont la construction délicate, tributaire jusqu'à ces dernières années de l'étranger, est actuellement réalisée en France.

III. — Les images radiophotographiques ont actuellement un coefficient de netteté et de lisibilité un peu inférieur à celui de la grande radiographie classique, mais nettement supérieur à celui de la radioscopie, ce qui les rend parfaitement utilisables pour l'établissement d'un diagnostic.

IV. — La principale caractéristique de la Radiophotographie est son avantage économique, résultant de ses petites dimensions. Un film radiophotographique est d'un prix de revient tout à fait minime à côté de celui du grand film radiographique.

V. — Elle trouve sa place à côté de la radiographie et de la radioscopie classique qu'elle ne supprime pas.

VI. — Elle a son maximum d'emploi pour les examens pulmonaires en série des collectivités et le dépistage de la tuberculose; mais aussi comme méthode de sélection économique dans les procédés radiographiques coûteux qui exigent de nombreux clichés (radiographies dites « en coupes » ou « en tranches »), recherches de lésions osseuses exigeant un examen complet du squelette.

VII. — La radiophotographie constitue donc un procédé économique important dont la médecine sociale est appelée à bénéficier.

Vu : Le Président de Thèse,

TROISIER.

Vu : Le Doyen,

M. TIFFENEAU.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

G. ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- DE ABREU, — Röntgenphotographie : Processo e aparelhode.
Rev. Assoc. paulistr. de méd., 9 : 313-324, Déc. 1934.
- Recensamento toraccio. *Livrario de Globo*. Porto Alegre, 1938.
- Radiophotographil collective. *Journal de Radiologie et Electrologie*. Mai 1938.
- Röntgenphotographie, Verfahren und apparatur.
Zeitschrift für Tuberculose, t. 80, n° 2.
- Despositivo y aparato para roentgenfotografia. *Dia Méd.* 10, 157-160, 28-2-38.
- Röntgefotografia, dispositivos y apparatus para röntgenfotografia y catastro radiologico social. *Arch. Argent. de enferm. d. app. resp. y tuberc.* 191-202. Mais-Juil. 1938.
- Même référence, p. 211-224.
- Procedimiento y aparato de roentgenfotografia. *Vida Nueva* 2 (Sect. Radiol.), 42 : 25-33, 15-8-1938.
- A situacao actual da roentgen-fotografia na profilaxia da tuberculose. *Rev. Brasil. de Tuberc.*, 8 : 43-62, Nov.-Déc. 1938.
- Zwei Jahre Kollektive Roentgenphotographie.
Forsch. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, 58 : 574-587, Déc. 1938.
- Process and apparatur for roentgen-photography.
Amer. J. Roentgenology, 41 : 662-66, April 1939.
- ALARÇON. — El papel fotosensible en la pratica del radio-diagnostico pulmonar. *Médecina Mexico*, 13 : 80-83, 25-2-1933.
- BERNER (Fr.). — La mise en valeur de la radiophotographie en série. *Röntgen-Praxis*. Février 1939.
- BRANDSCHEID (F.), STEPS, WANDERSLER. — Radiophotographie. *Fortschritt. Röntg.*, 58 : 174, 1938.

- BIESALSKI UND KOHLER. — La première recherche par la méthode indirecte. *Internat. phot. Ausstellung*, Dresden, 1909.
- BLEYER. — On the Bleyer Photo-fluoroscop. *The Electr. In-gén.* 22 Nr 426 : 10 (Juil. 1896).
- BRANSCHIED (F.). — Mitteilung auf dem Dtsch Röntge-Kongress 1938 im Druck.
- CHANTRAINE UND PROFITTLICH. — Über die Bedeutung for Schärfe und Kontrast für die Mindesdicke von erkennbaren Einzelheiten *Forschr. Röntgenstr.* 47 : 437 (1933).
- CODVELLE. — L'emploi de la radiophotographie en milieu militaire. *Société de Médecine militaire française*, Mars 1937.
- CLAESSEN. — The Use of X-Ray paper for lung diagnosis in prophylactic mass examinations for tuberculosis. *Forschr. Röntgenstr.*, 1936, 592.
- DARIAUX et DJIAN. — Solution pratique de la radioscopie cinématographique par le procédé du D^r Georges DJIAN. *Sté de Rad. méd. de Paris*, 1935, 344.
- EGGETT (J.). — Einführung in die Röntgenphotographie. Leipzig, 1936.
- FOURNIÉ et FRÉZOULS. — La radiophotographie. 9^e Congrès National de la tuberculose. Lille, 13 avril 1939.
- La Radiophotographie. *Journal de Radiologie*, N° 5, 1939.
- La Radiophotographie : Premiers essais d'application au dépistage de la tuberculose dans l'armée. *Revue du Service de Santé militaire*, N° 9, 1939.
- La Radiophotographie. Premiers essais d'application au dépistage de la tuberculose pulmonaire dans l'armée. *Revue de la Tuberculose*, Juill. 1939 (Compte rendu de la séance du 13 mai 1939).
- La radiophotographie. *Revue du Service de Santé militaire*, Octobre 1939.
- FRAGA (Cl.). — Le dépistage précoce de la tuberculose pulmonaire et son importance médico-sociale. *Presse Méd.* Février 1940, 121-125.
- GUILLEMINOT. — Radiographie des organes animés de mou-

vements rythmiques; techniques et appareils. Comm. à l'Acad. des Sc., 8 avril 1898.

GUÉRINET, FOURNIÉ et FRÉZOULS. — La Radiophotographie. *Sté de Méd. militaire*, 9 mars 1939. *Bull. mens.* N° 3.

GILSON et LAMY. — Recherches sur les meilleures conditions de la roentgenphotographie. *Sté française d'Electrothérapie et de Radiologie*, N° 5, Mai 1939, p. 178.

HEISIG. — Neue Wege zu einem Généralangriff gegen die Tuberkulose. *F. Arzbl. Bayern*, Nr. 27.

HOLFELDER (H.). — Mitteilung auf dem Dtsch Röntgen Kongress 1938 im Druck.

— Verfahren und apparatur zur Kollektiven Röntgenaufnahme (indirekte Röntgenaufnahme). *Fortschritt. a. d. Geb. d. Röntgenstr.*, 58, p. 181 (Août 1938).

— Der erste grosgeinatz des Röntgenreihenbildners in SS Lager zur Nürnberg. *Münchener Méd. Wochenschrift*, N° 38, p. 1465, 1938,

HOLFELDER et BERNER. — Stand und aussichten der Kleinbildphotographie vom Röntgenschirm. *Münchener Méd. Wochenschrift*, N° 47, p. 1818, 1938.

JANKER. — Leuchtschirmphotographie. Röntgenreihenuntersuchung. *Tuberkulose Bibliothek*, N° 69 (Leipzig 1939).

— Die Indirekte Aufnahme eine billige Röntgenmethode, Vortrag vor der Niederrhein. *West. Chir. Vereinigung* am 8 und 9, 1933.

— Die Röntgenkinematographie, H. 15 der Schriftenreihe des Reichstelle für den Unterrichtsfilm Kohlhauner Stuttgart, 1938.

JULIEN, SIEUR, DUTREY. — Radiophotographie. *Revue d'Hygiène*. Oct.-Nov. 1937.

KUNIO KAWAISHI. — Etudes sur la cinématographie des organes internes et de la circulation dans le corps humain. *The American Journal of Roentgenologie* (Déc. 1938).

KEASTLE. — Radiophotographie Foschr. Röntgenstr. 58 (Tagungsheft).

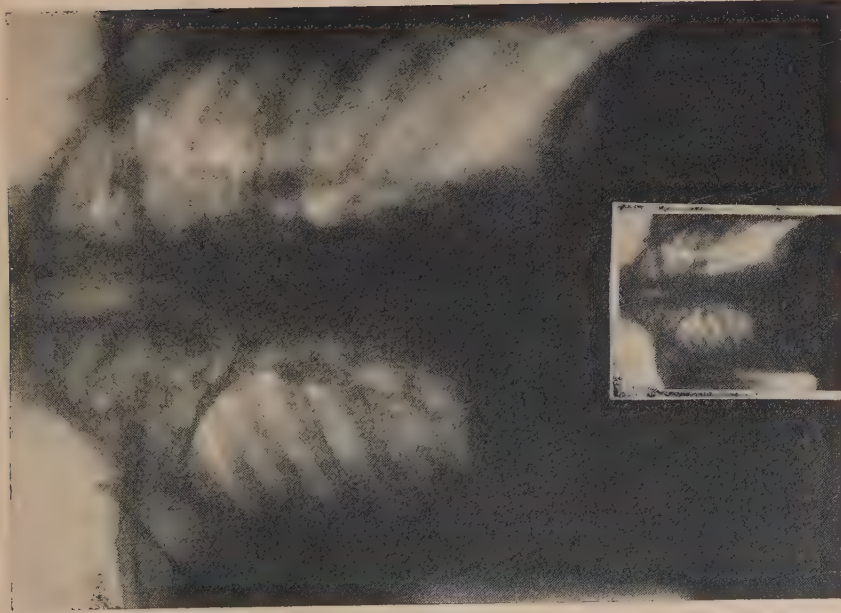
MAC KAY. — X-Rays. *The Electrician*, 1896, 668 (13 mars).

- KNOTHE. — Die Röntgenschirmbildphotographie, *Dtscharzbl.*, 1938, Nr. 36.
- KOHLER. — Über die derzeitigen Möglichkeit einer Röntgenkinématographie. *Kongressheft Fortschritt. Röntgenstr.*, 35, 18 (1926).
- KALVAITYTÉ (P.). — Roentgenoscopie ou roentgenphotographie ? *Médecina Kaunas*, 16, p. 444, Juin 1935.
- LOMON et COMANDON. — Bulletins et mémoires de la Sté de Radiologie médicale de Paris, 11 avril 1911.
—— Mème référence. Séance du 10 mai 1910, p. 173.
—— Mème référence. Séance du 14 juin 1910, p. 189.
—— Mème référence. Séance du 12 juillet 1910, p. 222.
- LENOIR (G.). — La radiophotographie par la méthode de M. DE ABREU, en milieux militaires. *Thèse de Paris*, 1939.
- LINDBERG (D. O. N.). — Suggested modification for roentgenphotography. *American J. Roentgenology*, 41, p. 867, Mai 1939.
- MASSAPUST (L.-C.). — Simutaneous infra-red roentgen photography; method of obtaining photography in total darkness. *Radiology*, 27 : Déc. 1936.
- MATULIONIO. — Roentgenoscopie ou roentgenphotographie. *Médecina Kaunas*, 16, 440, Juin 1935.
- PORCHER (Ch.). — Photographie de l'image fluoroscopique. *Compte rendu Séance Acad. des Sc.*, 1897, 409.
- REICH (L.). — Wege zur Auffindung von Fehlerquellen in der Röntgenphotographie. *Röntgen-Praxis*, 10, p. 38, Janv. 1938.
- REISER. — Verfahren zur Herstellung von Photographien röntgenologischer Beobachtungen. *Forschr. Röntgenstr.*, 34.680 (1926).
- RUSSEL REYNOLDS. — Cinéradiography. *British Radiol. Journ.* (*J. Röntg. Soc.* Janv. 1927) and *Brit. J. Radiol.* 7 (1934).
- RONNEAUX (G.). — Note sur la radiophotographie. *Sté de Rad. et d'Electrologie méd. de France* (Bull. et mémoires) 8 nov. 1938.
- RONNEAUX (G.), DEGAND (F.), WATTEZ (E.) et SAGET. — Essai de radiophotographie appliquée à la stratigraphie pul-

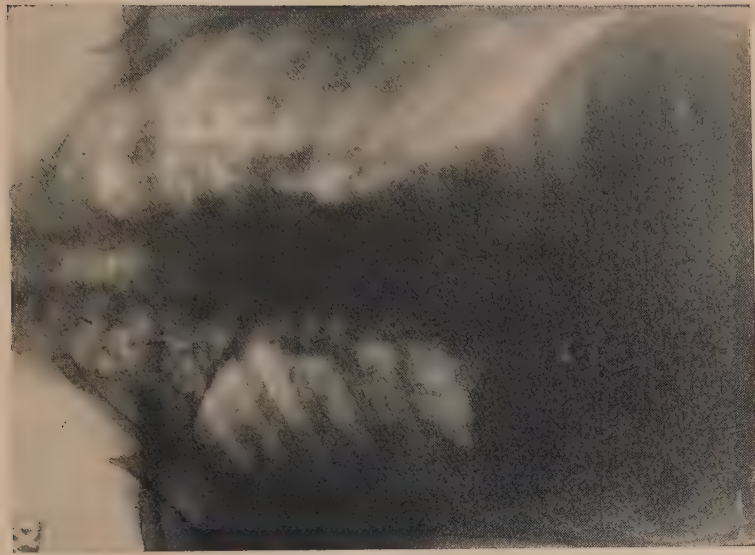
- monaire. *Sté d'Electro-rad. Méd. de France* (bull. et mémoires), 13 déc. 1938.
- RONNEAUX (G.). — La radiophotographie de Manoël DE ABREU. Son application à la stratigraphie pulmonaire. *Bull. de l'Acad. de Méd.* Séance du 31 janv. 1939.
- La photographie de l'écran appliquée à la stratigraphie pulmonaire. *Soc. Méd. des Hôp.* (Janv. 1939).
- Stratigraphie pulmonaire et radiophotographie. *Cahiers de Radiologie*, N° 28.
- Les utilisations diverses de la radiophotographie. *Bull. et Mém. de la Sté d'électr. et de Rad. Méd. de France*, Juin 1939.
- La signification véritable de la Radiophotographie, méthode économique de sélection. *Bull. officiel de la Sté d'électr. et de rad.* Juin 1939.
- La radiophotographie ou photographie de l'écran radioscopique. Communicat. au Congrès de l'A. F. A. S., à Liège, Juil. 1939 (publ. dans le *Journal belge de Rad.* Sept.-oct. 1939, vol. 28, fasc. 162, p. 415-420).
- La Radiophotographie. *Sté Médicale de l'Elysée*. Janv. 1940.
- SAYÉ et CAUBARRÈRE. — La pratique de la méthode de DE ABREU pour le diagnostic de la tuberculose dans les collectivités. *Presse Méd.*, 25 mars 1939.
- STEPS (H.) et FUNCK (H.). — Messungen der spectralen Intensität verteilung des Fluorescenslichtes von Röntgenleuchtschirmen und Vertäkerfahren *Zeitchr. Techn. Physique* 15 (1934), p. 301.
- STEPS (H.). — Untersuchung und Röntgenleuchtschirm. *Forsch. Röntg.*, 52, 1935, p. 393.
- SCHORR (H.) et WILLBOLD (O.). — Possibilités de la radiophotographie et du diagnostic chirurgical. *Röntgen-Praxis*, Févr. 1938, t. XI, p. 77.
- SILBERMANN (K.). — Bremsfleckbeobachtungen mit des Photozelle. *Forsch. Röntgenstr.*, 58, p. 265 (1938).
- VYMANKAS. — Roentgenoscopy ou roentgenphotographie ? *Méd. Kaunas*, Sept. 1935.

TABLE DES MATIERES

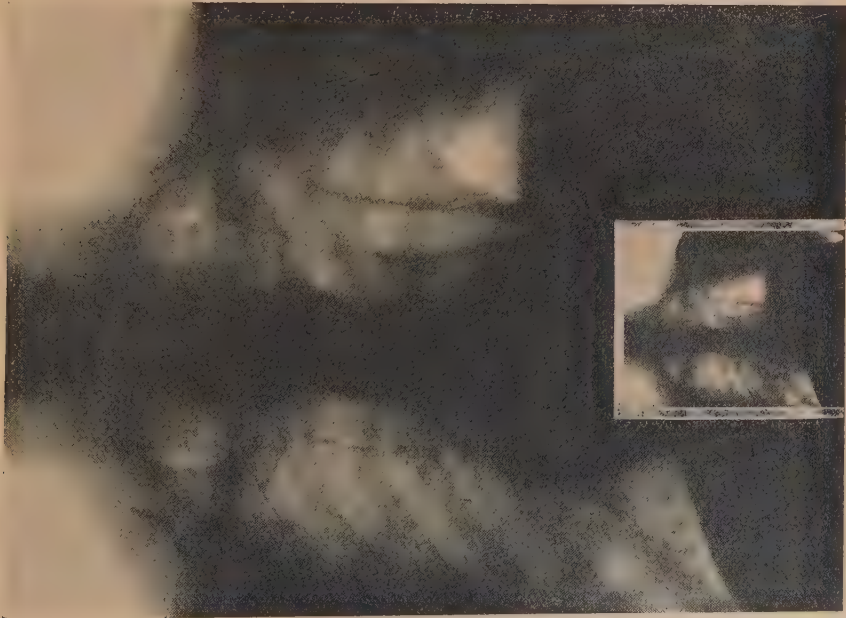
AVANT-PROPOS	11
DÉFINITION ET PRINCIPE DE LA MÉTHODE	13
HISTORIQUE	16
TECHNIQUE	23
Conditions électriques	25
Ecran fluorescent	31
Appareil photographique	34
Films, Développement	37
Distances relatives des appareils et réalisations pratiques	46
Temps de pose	50
Modes d'observation des clichés radiophotogra- phiques	52
UTILISATIONS DE LA MÉTHODE	53
Dépistage systématique de la tuberculose	54
Réalisations de dépistage	62
Application à la stratigraphie pulmonaire	69
Surveillance des lésions tuberculeuses en évolu- tion et de la collapsothérapie	73
Explorations complètes du squelette	75
Radiophotographies d'autres organes	77
VALEUR DIAGNOSTIQUE COMPARÉE A LA RADIOGRAPHIE ET A LA RADIOSCOPIE CLASSIQUES	78
VALEUR ÉCONOMIQUE POUR LES COLLECTIVITÉS	86
CONCLUSIONS	92
BIBLIOGRAPHIE	94



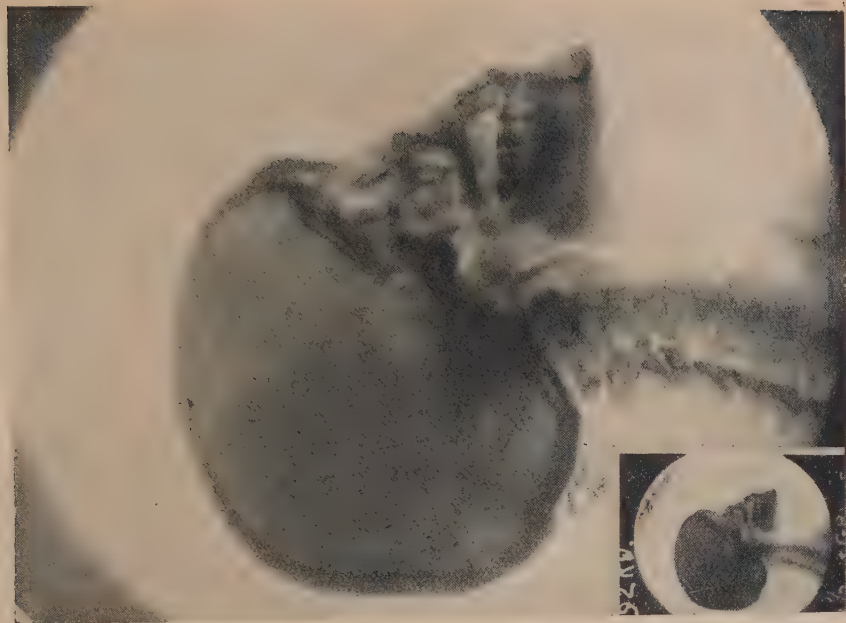
Radiophotographie en format 2,4-3,6
et son agrandissement.



Réduction de la radiographie classique 30-40
du même malade.

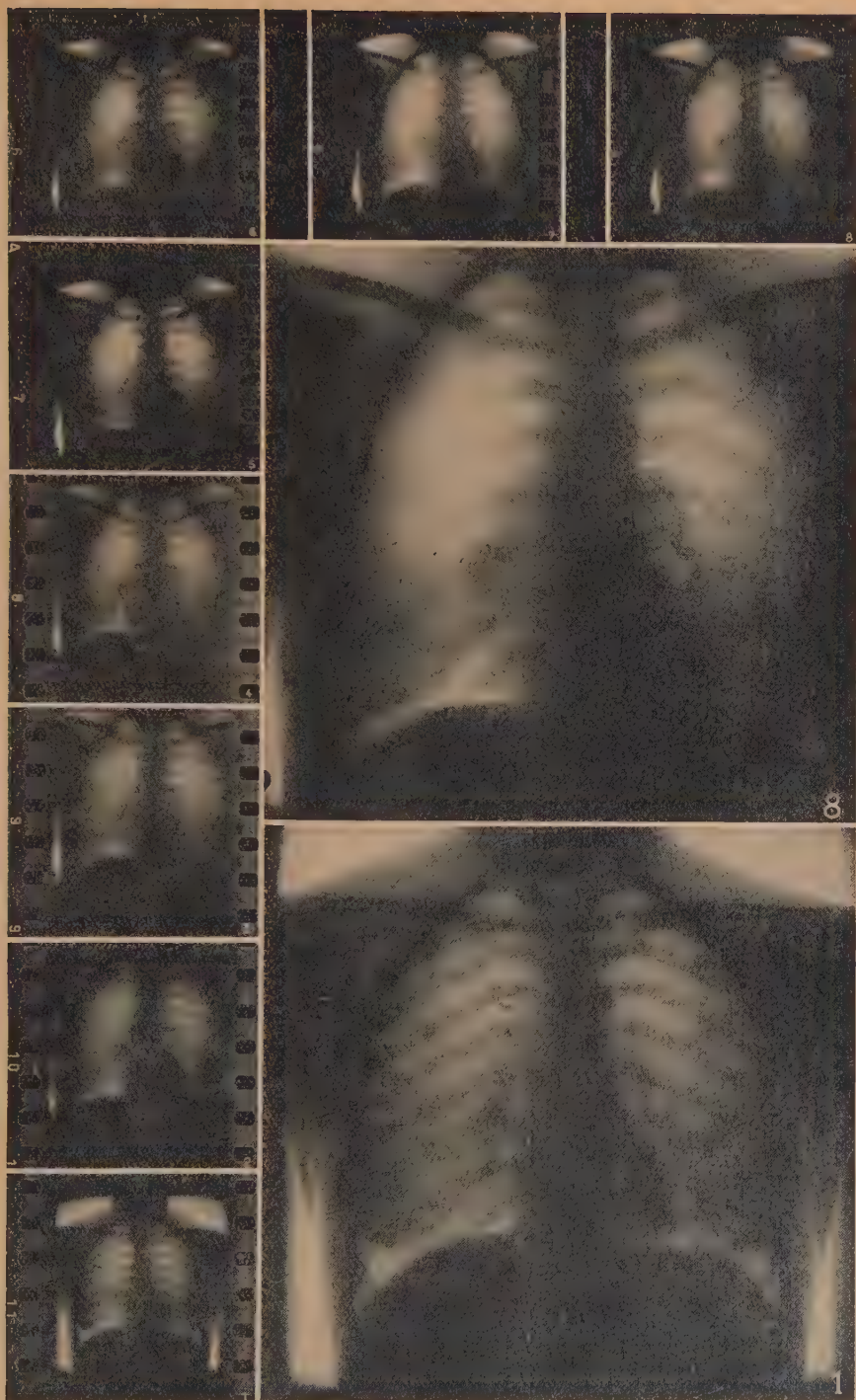


Radiophotographies thoraciques en format 2,4 - 3,6 et leurs agrandissements.



Radiophotographies de squelette et leurs agrandissements.

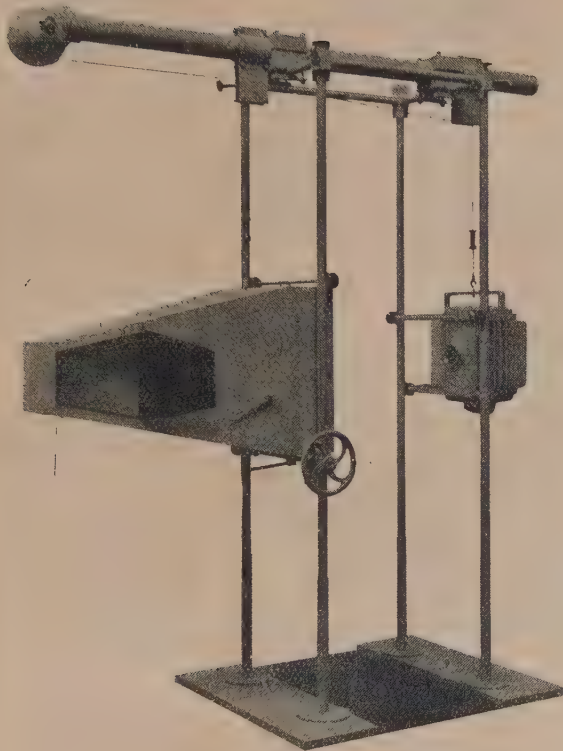
PLANCHE IV.



(Cliché G. Ronneaux).

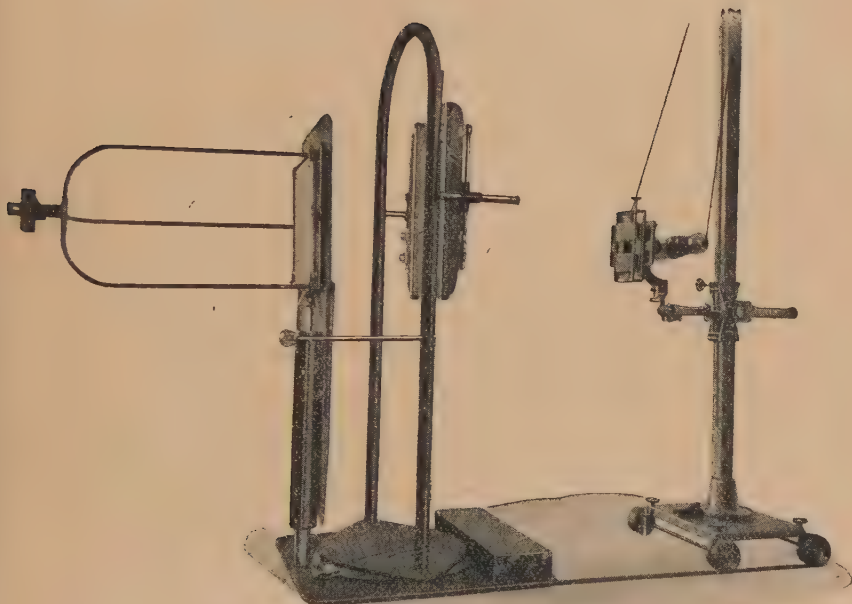
I. — Sujet normal. 1. Radiophotographie standard: Pas de lésion pulmonaire.
 2-8. Stratiradiophotographies. Images hilaires bien nettes sur la tranche 6.
 Aucune image anormale sur les autres. Pour l'étude du hile, un seul cliché est nécessaire. Economie 85 p. 100 de grands films.

PLANCHE V.



Appareil de radiographie pour prises de clichés thoraciques en série, construit par la Compagnie Générale de Radiologie.

PLANCHE VI.



(Cliché G. Ronneaux).

Cadre-support radiographique adapté à l'Oscillo-Strator. L'appareil photographique est rendu solidaire de l'écran radioscopique dont il accompagne le mouvement de rotation.

PLANCHE VII



Coffre radiographique, table et ampoule radiogène
pour examen du squelette dans les conditions habituelles.
Appareillage du Docteur G. RONNEAUX.

